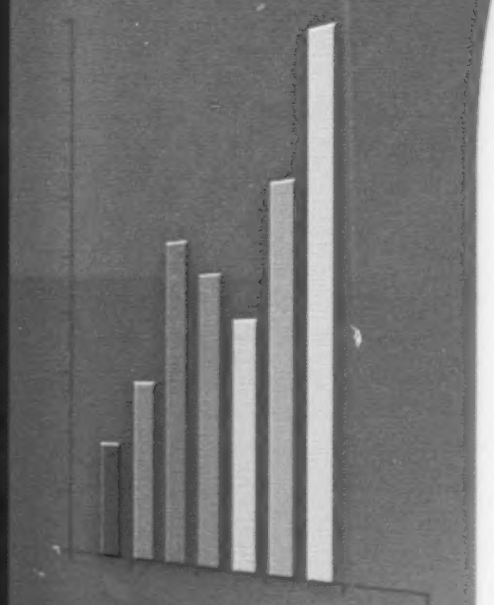
INSTITUT
DE LA STATISTIQUE
DU QUÉBEC

www.stat.gouv.qc.ca

ENVIRONNEMENT ET ÉCONOMIE



Comptes des terres : région de Chaudière-Appalaches

Projet pilote

Québec

Pour tout renseignement concernant l'ISQ
et les données statistiques dont il dispose,
s'adresser à :

Institut de la statistique du Québec
200, chemin Sainte-Foy
Québec (Québec)
G1R 5T4
Téléphone : 418 691-2401

ou

Téléphone : 1 800 463-4090
(sans frais d'appel au Canada et aux États-Unis)

Site Web : www.stat.gouv.qc.ca

Ce document a été imprimé sur du papier
contenant 100 % de fibres postconsommation.

Dépôt légal
Bibliothèque et Archives Canada
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
2e trimestre 2014
ISBN : 978-2-550-70955-8 (imprimé)
978-2-550-70956-5 (PDF)

© Gouvernement du Québec, Institut de la statistique du Québec, 2014

Toute reproduction est interdite
sans l'autorisation du gouvernement du Québec
www.stat.gouv.qc.ca/droits_auteur.htm

Juillet 2014

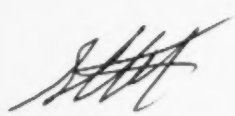
Avant-propos

Cette publication fournit un rapport complet et détaillé du projet pilote de comptes des terres du Québec méridional appliqué à la région de Chaudière-Appalaches. Elle fait état de l'effort de taille réalisé par l'Institut de la statistique du Québec pour mettre en valeur les données géographiques du Québec dans le but de mesurer l'état du territoire et son évolution dans le temps. Riche d'information, ce rapport explique le contexte dans lequel les comptes des terres se situent et décrit toutes les étapes de l'élaboration du projet pilote.

Il donne suite à deux précédents documents de référence publiés par l'Institut en 2010 et en 2011 qui ont porté sur les comptes de l'environnement et sur les comptes des écosystèmes. Comme il ressort tout au long du rapport, l'Institut a le rôle de veiller à l'application des standards en matière de concepts et de classifications et d'assurer la qualité statistique dans le contexte de la comptabilité environnementale et économique.

Le projet pilote de comptes des terres marque le premier jalon en vue de la production de comptes de l'environnement au Québec. Il vise à alimenter les discussions entre les producteurs de données et les utilisateurs des comptes des terres au sujet de la mesure du capital naturel pour la poursuite du développement durable. Les comptes de l'environnement, développés à l'initiative de l'Organisation des Nations unies, font l'objet d'une reconnaissance grandissante de la part, notamment, de la Banque mondiale et de la Convention sur la diversité biologique en tant que cadre statistique pour une gestion plus rationnelle de l'environnement.

Le directeur général,



Stéphane Mercier

Cette publication a été réalisée par

Stéphanie Uhde, Direction des statistiques sectorielles et du développement durable

Hugo Leblanc, Direction des services informationnels et technologiques

Direction des statistiques sectorielles et du développement durable

Yrène Gagné, directrice

Ont apporté leur précieuse collaboration

Sophie Brehain, Éric Gagnon et Stéphane Ladouceur, pour la révision du contenu

Esther Frève, pour la révision linguistique

Renseignements additionnels

Pour toute information concernant le contenu de cette publication, veuillez communiquer avec Stéphanie Uhde aux coordonnées suivantes :

Téléphone : 418 691-2411, poste 3002
Courriel : stephanie.uhde@stat.gouv.qc.ca

Abréviations

BDCG	Base de données des cultures généralisées
MAMOT	Ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire du Québec
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec
MFFP	Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec
MRC	Municipalité régionale de comté
MERN	Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles du Québec
MTQ	Ministère des Transports du Québec
NAIPF	Nouvelle approche d'inventaire par peuplement forestier
ONU	Organisation des Nations unies
SCEE	Système de comptabilité environnementale et économique
SCN	Système de comptabilité nationale
SIG	Système d'information géographique

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier leurs collègues de l'Institut Sophie Brehain, Éric Gagnon, Mélanie Jean, Stéphane Ladouceur et Éric Massicotte, de même que Benoît Lalonde, étudiant assigné au projet de comptes des terres durant l'été 2012. Des collaborateurs d'autres organisations ont également fourni de l'aide précieuse à une étape ou à une autre du projet, notamment André Beaudoin (MERN), Pierre Lebœuf (alors à la Direction des inventaires forestiers), Giuseppe Filoso (Statistique Canada), Mathieu Rousseau et Pierre-Olivier Girard (MAPAQ), ainsi que Marcel Darveau et Jason Beaulieu (Canards illimités).

Table des matières

Résumé **13**

Pilot Land Accounts for the Chaudière-Appalaches Region (Québec) – Summary **15**

Introduction **17**

1 Comptes de l'environnement et comptes des terres **19**
1.1 Le Cadre central du Système de comptabilité économique et environnementale (SCEE) : un nouveau standard statistique 20
1.2 Terres, couverture terrestre et utilisation des terres 21
1.3 Structure des comptes des terres 22
1.4 Potentiel d'application des comptes des terres 22
1.5 Comptes expérimentaux des écosystèmes 25

2 Cadre méthodologique des comptes des terres du Québec méridional : une première proposition **27**
2.1 Données existantes et période de référence 27
2.2 Classification de la couverture terrestre du Québec 29
2.3 Projection cartographique 35
2.4 Échelle et aire minimale de cartographie 35
2.5 Grilles et unités spatiales 36
2.6 Présentation du projet pilote 37

3 Données **39**
3.1 Cartes écoforestières 39
3.2 Réseau routier d'Adresses Québec 40
3.3 Réseau routier du Recensement canadien 41
3.4 Superficies agricoles assurées 41
3.5 Zones habitées 42
3.6 Système sur les découpages administratifs 42
3.7 Limites des données 43

4 Étapes de la méthodologie **45**
4.1 Définir la classification de la couverture terrestre 45
4.2 Établir les règles de classification et d'intégration des polygones 46
4.2.1 Examen des données 46
4.2.2 Formulation des hypothèses de travail 47
4.2.3 Élaboration du modèle décisionnel 49
4.2.4 Remarques à propos de la classification des données 52
4.3 Constituer les cartes de couverture terrestre 54
4.4 Générer les grilles et « pixéliser » les cartes de couverture terrestre 55
4.5 Mesurer les superficies et les changements de couverture terrestre 55

5 Présentation des résultats préliminaires **57**
5.1 Changements nets de couverture terrestre dans l'ensemble de la région de Chaudière-Appalaches 60
5.2 Changements nets par municipalité régionale de comté (MRC) 61
5.3 Direction des changements nets de couverture terrestre 63

6 Examen des résultats **67**
6.1 Analyse qualitative de la fiabilité et de la précision des résultats 67
6.1.1 Facteurs d'erreur ou d'imprécision 67
6.1.2 Analyse des augmentations et des diminutions du stock par classe de couverture terrestre 68
6.1.3 Analyse comparative par rapport aux résultats d'autres études 71
6.2 À propos de la méthode de la grille 78
6.2.1 Biais d'estimation causé par la méthode de la grille 79
6.2.2 Avantages de la méthode de la grille 83

7 Étapes de travail subséquentes, améliorations méthodologiques et extensions **85**

Conclusion **87**

Annexe I – Comparaison du Système de comptabilité nationale (SCN), du Cadre central du Système de comptabilité économique et environnementale (SCEE) et des Comptes expérimentaux des écosystèmes du SCEE **89**

Annexe II – Concordance entre les classes de route d'Adresses Québec, les classes fonctionnelles du ministère des Transports du Québec (MTQ) et les profils en travers **91**

Annexe III Méthodologie de création d'un historique du réseau routier **95**

Bibliographie **97**

Liste des tableaux

Tableau 1
Classification de la couverture terrestre du Québec, selon trois niveaux 30

Tableau 2
Concordance des classes de couverture terrestre du Québec et de celles du Système de comptabilité économique et environnementale (SCEE) 33

Tableau 3
Classification simplifiée de la couverture terrestre du Québec 46

Tableau 4
Écarts entre les classes de couverture terrestre définies en pratique et leur définition initiale 53

Tableau 5
Compte physique de couverture terrestre, région de Chaudière-Appalaches (~ 2001 – ~ 2006), classification à six chiffres (résultats préliminaires) 60

Tableau 6
Compte physique de couverture terrestre, région de Chaudière-Appalaches, par MRC (~ 2001 – ~ 2006), classification à deux chiffres (résultats préliminaires) 62

Tableau 7
Matrice de changements de la couverture terrestre, région de Chaudière-Appalaches (~ 2001 – ~ 2006), classification à six chiffres (résultats préliminaires) 64

Tableau 8
Comparaison des superficies de milieux humides de la cartographie détaillée des milieux humides de la MRC de Lotbinière (photos de 2007) et des comptes des terres (~ 2006) 78

Tableau 9
Comparaison des mesures de changement estimées à l'aide de la méthode des polygones de couverture terrestre et à l'aide de la méthode de la grille (à 25 m^2 et à 100 m^2), région de Chaudière-Appalaches (~ 2001 – ~ 2006), classification à deux chiffres 83

Tableau 10
Comparaison du Système de comptabilité nationale (SCN) et des deux parties du Système de comptabilité économique et environnementale (SCEE) 90

Liste des figures

Figure 1
Schéma des relations entre le Système de comptabilité nationale (SCN), le Système de comptabilité économique et environnementale (SCEE) et les comptes des terres 19

Figure 2
Échelle de temps montrant les années des données utilisées pour constituer les cartes de couverture terrestre du Québec méridional pour ~ 2001 et ~ 2006 28

Figure 3
Illustration du système de grilles des comptes des terres du Québec méridional 37

Figure 4
Carte administrative de la région de Chaudière-Appalaches 38

Figure 5
Échelle de temps montrant les années des données utilisées pour constituer la carte de couverture terrestre de la région de Chaudière-Appalaches pour ~ 2001 et ~ 2006 44

Figure 6
Modèle décisionnel pour la classification et l'intégration des polygones des différentes couches de données 51

Figure 7
Carte de la couverture terrestre, région de Chaudière-Appalaches (~ 2006), classification à six chiffres 58

Figure 8
Cartes de la couverture terrestre (à gauche) et de la couverture dominante par unité de 25 m², partie de Chaudière-Appalaches (~ 2006), classification à deux chiffres. 59

Figure 9
Carte des changements de la couverture terrestre dominante par unité de 25 m² 63

Figure 10
Augmentations et diminutions du stock selon la transition d'une classe de couverture terrestre à chacune des autres classes, région de Chaudière-Appalaches (~ 2001 – ~ 2006), classification à deux chiffres 70

Figure 11
Comparaison des mesures de changement des surfaces artificielles, des terres agricoles et des forêts des comptes des terres (~ 2001 – ~ 2006) avec les mesures de variation de Jobin et autres (1993 – 2001), région de Chaudière-Appalaches, par MRC 72

Figure 12
Comparaison de la contribution de chaque MRC à la variation régionale de la population (2001 – 2006) et à la variation régionale des surfaces artificielles (~ 2001 – ~ 2006), région de Chaudière-Appalaches 73

Figure 13
Comparaison du changement net des terres agricoles estimé à l'aide du Recensement de l'agriculture (2001 – 2006) et à l'aide des comptes des terres (~ 2001 – ~ 2006), région de Chaudière-Appalaches, par MRC 75

Figure 14
Comparaison du changement net des terres agricoles en culture et des pâturages estimé à l'aide du Recensement de l'agriculture (2001 – 2006) et à l'aide des comptes des terres (~ 2001 – ~ 2006), région de Chaudière-Appalaches, par MRC 76

Figure 15
Comparaison de la superficie des milieux humides selon Pellerin et Poulin et selon les comptes des terres (~ 2001), région de Chaudière-Appalaches, par MRC 77

Figure 16
Écarts relatifs entre les superficies de couverture terrestre estimées à l'aide des polygones de couverture terrestre et à l'aide de la grille (25 m^2), région de Chaudière-Appalaches, par MRC (~ 2001 et ~ 2006), classification à deux chiffres 79

Figure 17
Relation de l'écart entre les superficies de couverture terrestre estimées à l'aide des polygones de couverture terrestre et à l'aide de la grille (25 m^2) et du ratio aire/périmètre des polygones de couverture terrestre, région de Chaudière-Appalaches, par MRC (~ 2001 et ~ 2006), classification à deux chiffres 81

Résumé

Les comptes des terres sont une composante du Cadre central du Système de comptabilité environnementale et économique (SCEE, ou comptes de l'environnement) et se situent par le fait même dans l'univers de la comptabilité nationale. Le Cadre central du SCEE est devenu en 2012 un standard statistique, au même titre que le Système de comptabilité nationale (SCN). Le projet pilote de comptes des terres qui a été réalisé par l'Institut de la statistique du Québec mesure la superficie des terres par type de couverture terrestre (surfaces artificielles, terres agricoles, forêts, etc.) pour la région de Chaudière-Appalaches autour de 2001 (~ 2001) et autour de 2006 (~ 2006) et le changement de couverture terrestre survenu entre ces deux années. L'objectif du projet pilote est d'étudier la faisabilité de créer des comptes des terres pour l'ensemble du Québec méridional conformément aux standards du SCEE et à l'aide de jeux de données géographiques existants. Chaudière-Appalaches a été choisie comme région pilote parce qu'elle comprend une gamme de couvertures terrestres représentative des Basses terres du Saint-Laurent.

D'intérêt pour divers utilisateurs, les comptes des terres fournissent une connaissance systématique de l'état du territoire et de son évolution dans le temps. Ils permettent de calculer des indicateurs relatifs au capital naturel, utiles à la mesure du développement durable. Ils donnent de l'information sur les causes des changements de couverture terrestre, par exemple au profit de quels types de couverture la perte de milieux humides se serait produite. Leur infrastructure statistique géoréférencée offre de la flexibilité de calcul et la possibilité de leur annexer des données socioéconomiques ou environnementales. Ainsi, les comptes des terres peuvent servir à créer des comptes des écosystèmes pour lier les changements de couverture terrestre à la variation des services produits par les écosystèmes au bénéfice de la société.

Les comptes des terres de Chaudière-Appalaches forment un système d'information géographique (SIG). Les cartes de couverture terrestre élaborées pour représenter la couverture au début et à la fin de la période de référence sont la première composante du SIG. Les cartes des 3e et 4e inventaires écoforestiers du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) servent de couches de base pour la création des cartes de couverture terrestre. Cinq autres jeux de données ont été combinés aux cartes écoforestières pour améliorer l'information sur la couverture terrestre. À l'intérieur des cartes de couverture terrestre, l'information est organisée selon une nouvelle classification de la couverture terrestre pour le Québec, adaptée de la classification du SCEE par l'Institut selon les données disponibles au Québec.

Des règles de classification et d'intégration, résumées en un modèle décisionnel, ont permis d'intégrer les données géographiques de différentes sources en deux cartes cohérentes de couverture terrestre. Le contenu des cartes de couverture a ensuite été reporté dans une grille formée de carrés de 25 m^2 par le biais d'un algorithme de couverture dominante. Les cartes de couverture terrestre se trouvent en quelque sorte « pixélisées » par la grille. À l'intérieur des tableaux de données associés aux cartes de couverture terrestre dominante, chaque ligne correspond à une unité de la grille. L'identifiant unique de chaque unité de la grille est ainsi apparié à la couverture dominante ~ 2001 et ~ 2006 et à un code de changement de couverture. Les tableaux de résultats ont été construits à partir des tableaux de données.

Un compte physique de couverture terrestre a été produit pour la région de Chaudière-Appalaches dans son ensemble et pour chaque municipalité régionale de comté (MRC), ou territoire équivalent, de la région. Dans le cas présent, le compte physique de couverture terrestre

renseigne sur les changements nets de couverture terrestre, qui correspondent à la différence entre la superficie de chaque classe de couverture à la fin et au début de la période. Dans l'ensemble de la région, les surfaces artificielles ont augmenté d'environ 78 km^2 entre ~ 2001 et ~ 2006, soit d'environ 15 % de leur superficie ~ 2001. Les terres agricoles ont perdu à peu près 256 km^2 (8 %) au cours de cette période et les milieux humides boisés, environ 55 km^2 (6 %). Les forêts de conifères et mixtes à couvert fermé ont gagné environ 410 km^2 (19 %) et 133 km^2 (3 %), respectivement, tandis que les forêts de feuillus ont perdu à peu près 312 km^2 (12 %).

La direction des changements de couverture terrestre est compilée dans la matrice de changements de la couverture terrestre, produite pour la région. La direction des changements indique au détriment ou au profit de quelles classes de couverture terrestre les changements sont survenus. Par exemple, des 78 km^2 gagnés par les surfaces artificielles, environ 45 km^2 l'ont été au détriment des terres agricoles, environ 18 km^2 au détriment des forêts mixtes à couvert fermé et environ 9 km^2 au détriment des forêts de conifères à couvert fermé. Il apparaît que les forêts ont eu tendance à « s'enrésiner », les terres agricoles, à « s'enfricher » et les surfaces artificielles, à s'étendre sur les terres agricoles et sur les surfaces naturelles (milieux humides, plans et cours d'eau et forêts).

Ces résultats ont été analysés pour apprécier sommairement leur fiabilité. Premièrement, l'analyse qualitative des résultats a permis de relever certaines imprécisions ou erreurs. Notamment, les fourchettes d'années représentées par les données, plus ou moins centrées sur les années 2001 et 2006, sont dans les faits très étendues, ce qui a pour effet de gonfler la mesure des changements par rapport aux changements réels. Malgré ces imprécisions, les résultats montrent des tendances similaires à ceux d'autres sources. Deuxièmement, la grille introduit un biais dans l'estimation des changements de couverture terrestre, principalement en ce qui a trait aux classes de couverture caractérisées par des surfaces filiformes (routes). Cependant, puisqu'elle fournit une structure géographique stable et flexible, la grille est maintenue dans la prochaine version des comptes des terres. Le projet pilote pour la région de Chaudière-Appalaches a permis de démontrer que des comptes des terres du Québec méridional pouvaient être créés à partir de données existantes. Le cadre méthodologique sera revu avant de poursuivre leur élaboration.

Pilot Land Accounts for the Chaudière-Appalaches Region (Québec) – Summary

Land accounts are a component of the System of Environmental-Economic Accounting (SEEA or environment accounts) Central Framework and, as such, are situated in the context of national accounting. The SEEA Central Framework became a statistical standard in 2012, in the same way as the System of National Accounts (SNA).The pilot project for land accounts carried out by the Institut de la statistique du Québec measures the areas of land by land cover type (artificial surfaces, agricultural lands, forests, etc.) for the Chaudière-Appalaches region around 2001 (~ 2001) and around 2006 (~ 2006) and land cover change over this period. The objective of this pilot project is to study the feasibility of creating land accounts for all of Southern Québec in accordance with the SEEA standards using existing geographical datasets. Chaudière-Appalaches was chosen as the pilot region because it is composed of a variety of land covers representative of the St. Lawrence Lowlands.

Of interest for a diversity of users, land accounts provide systematic knowledge about the state of the territory and its evolution through time. They are used to calculate indicators relating to natural capital, useful for the measurement of sustainable development. They give information about the causes of land cover changes, for example to the benefit of which land cover types the loss of wetlands would have happened. Their georeferenced statistical infrastructure offers flexibility in calculations as well as the possibility of annexing socioeconomics or environmental data. Thus, land accounts can be used to create ecosystem accounts to link land cover changes to the variation in services produced by the ecosystems for the benefit of society.

The land accounts for Chaudière-Appalaches form a Geographical Information System (GIS). The land cover maps created to represent land cover at the beginning and end of the reference period are the first component of the GIS. The maps of the third and fourth ecoforest inventory programs of the Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs du Québec (MFFP) are used as base layers for creating the land cover maps. Five other datasets were combined with the ecoforestry maps to improve the information on land cover. Within the land cover maps, information is organized following a new land cover classification for Québec, adapted from the SEEA classification by the Institut according to the data available in Québec.

The classification and integration rules summarized into a decision model were used to integrate the geographical data from various sources into two coherent land cover maps. The content of the land cover maps was then transferred into a grid made up of 25 m^2 squares using a dominant land cover algorithm. The land cover maps are in a way "pixelated" by the grid. Within the data tables associated to both dominant land cover maps, each line corresponds to a grid unit. Hence, the unique identifier of each grid unit is paired with the dominant land cover ~ 2001 and ~ 2006 and with a code for land cover change. The result tables were constructed using these data tables.

A physical account for land cover was produced for the whole Chaudière-Appalaches region and for each Regional County Municipality (or equivalent territory) of the region. Here, the physical account for land cover gives information on the net land cover changes, equivalent to the difference between each land cover class' area at the end and beginning of the period. In the whole region, artificial surfaces increased by about 78 km^2 between ~ 2001 and ~ 2006, i.e. 15% of their ~ 2001 area. Agricultural lands lost about 256 km^2 (8%) during this period and

forested wetlands, about 55 km^2 (6%). Coniferous and mixed closed forests gained respectively about 410 km^2 (19%) and 133 km^2 (3%), whereas deciduous closed forests lost about 312 km^2 (12%).

The direction of changes is compiled in the land cover change matrix, produced for the whole region. It indicates to the detriment or profit of which other land cover classes the changes have happened. For example, from the 78 km^2 gained by artificial surfaces, about 45 km^2 were gained to the detriment of agricultural lands, about 18 km^2 to the detriment of mixed closed forests and about 9 km^2 to the detriment of coniferous closed forests. It seems that forests tended to be subjected to the gradual dominance of conifers, that agricultural lands tended to return to forests, and that artificial surfaces tended to extend on agricultural lands and natural lands (wetlands, water bodies and forests).

These results were analysed to appreciate their reliability in a basic way. First, the qualitative analysis of the results revealed some errors and lack of precision. Most notably the ranges of years represented by the data, more or less centered on the years 2001 and 2006, are in fact very wide, with the effect of falsely increasing the measurement of changes relative to real changes. Despite these imprecisions, the results show tendencies similar to results from other sources. Second, the grid introduces a bias in the land cover change estimates, mainly with regard to the land cover classes that are characterised by long and thin surfaces (roads). However, since the grid provides a stable and flexible geographical structure, it is maintained in the next version of the land accounts. The pilot project for the Chaudière-Appalaches region demonstrated that land accounts for Southern Québec can be created using existing data. The methodological framework will be reviewed before pursuing the elaboration of land accounts.

Introduction

L'environnement naturel subit des changements importants, par exemple, les changements climatiques, la perte de la biodiversité, l'épuisement des stocks de poissons, l'eutrophisation des plans d'eau et la fragmentation des surfaces naturelles, tandis que les pressions de l'activité humaine sur l'environnement s'amplifient. En retour, la dégradation du capital naturel tend à réduire le bien-être des populations humaines : impacts sur la santé, risques climatiques accrus, raréfaction des ressources naturelles, etc.[1]. Devant ces constats, la nécessité d'obtenir une information environnementale et économique intégrée se fait plus pressante pour les acteurs de la société. La liste des indicateurs de développement durable du gouvernement du Québec présente un effort en ce sens[2]. Le Système de comptabilité environnementale et économique (SCEE) (ou comptes de l'environnement), dont les comptes des terres font partie, offre un cadre conceptuel complet et cohérent pour la mesure du capital naturel en lien avec l'économie.

Afin d'enrichir la production de statistiques environnementales pertinentes au regard de la dégradation du capital naturel, l'Institut de la statistique du Québec a entamé en 2012 la création de comptes des terres pour le Québec méridional. Le projet pilote pour la région administrative de Chaudière-Appalaches forme la première phase de cette initiative d'envergure. Cette région présente une large gamme de phénomènes à même d'affecter la couverture terrestre : expansion des zones urbaines, afforestation des champs, perte des milieux humides. L'élaboration de comptes des terres implique d'établir un nouveau produit cartographique, soit deux cartes de couverture terrestre comparables dans le temps. Au cours des dernières années, des comptes des terres ont été élaborés notamment pour l'Europe par l'Agence européenne pour l'environnement et pour le Canada par Statistique Canada[3].

L'objectif du projet pilote de comptes des terres était avant tout d'étudier la faisabilité d'élaborer des comptes des terres pour le sud du Québec à l'aide de données existantes. Le projet pilote visait également à fournir une base de discussion pour la suite du projet de comptes des terres et à susciter l'intérêt des ministères et des organismes du gouvernement pour leur application aux politiques sectorielles et environnementales. Les indicateurs issus des comptes des terres peuvent appuyer la prise de décision et l'information détaillée des comptes, alimenter la compréhension des enjeux et l'analyse des politiques[4]. Par ailleurs, les comptes des terres permettent la création de comptes des écosystèmes.

Tels que conçus dans le cadre du projet pilote, les comptes des terres mesurent la superficie des terres par type de couverture terrestre (ex. : surfaces artificielles, terres agricoles, milieux humides, forêts) autour de 2001 (~ 2001) et autour de 2006 (~ 2006) et le changement de couverture terrestre entre ces deux années. Ils mettent en valeur les données du Québec, car ils

---

1. UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (2012a et 2012b) et ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES (2012).
2. MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDDELCC), *Les indicateurs de développement durable*, [En ligne]. [http://www.mddefp.gouv.qc.ca/developpement/indicateurs/index.htm] (Consulté le 17 juin 2014).
3. EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2006) ; STATISTIQUE CANADA, *Système des comptes de l'environnement et des ressources du Canada – Comptes de stocks en ressources naturelles*, [En ligne]. [http://www23.statcan.gc.ca:81/imdb/p2SV_f.pl?Function=getSurvey&SDDS=5114&lang=fr&db=imdb&adm=8&dis=2] (Consulté le 12 juin 2012) ; STATISTIQUE CANADA (2013), p. 28-29.
4. Voir UNITED NATIONS et autres (2014), § 1.24.

sont élaborés à partir de données existantes seulement, produites par différents ministères et organismes pour des fins diverses. Le projet pilote de comptes des terres propose une infrastructure statistique pour des comptes des terres à l'échelle du Québec méridional conforme aux concepts, aux définitions et aux classifications standards du SCEE.

Après avoir brièvement présenté les comptes de l'environnement et les comptes des terres (section 1), le rapport décrit une première proposition de cadre méthodologique pour des comptes des terres du Québec méridional (section 2). La section 3 présente les six jeux de données qui sont utilisés pour élaborer les comptes des terres du projet pilote. La méthodologie des comptes des terres s'articule en cinq étapes (section 4). La première a été de définir la classification de la couverture terrestre pour le Québec. À la deuxième étape, des règles de classification et d'intégration des données ont été définies pour, à la troisième, constituer deux cartes de couverture terrestre cohérentes pour ~ 2001 et ~ 2006. À la quatrième étape, un système de grilles a été généré et, à l'aide de ces grilles, les cartes de couverture terrestre ont été « pixélisées ». Pour terminer, les superficies et les changements de couverture terrestre ont été calculés.

Les résultats, exprimés en km^2, ont été compilés dans un compte de couverture terrestre pour la région de Chaudière-Appalaches dans son ensemble, puis pour chacune de ses dix municipalités régionales de comté (MRC)[5], et dans une matrice de changements de la couverture terrestre pour la région (section 5). Le projet pilote fournit des résultats préliminaires pour lesquels la marge d'erreur n'a pas encore été évaluée. Ces résultats montrent le genre de statistiques qui peuvent être produites à l'aide des comptes des terres et donnent un aperçu des tendances générales qui ont marqué la couverture terrestre dans Chaudière-Appalaches autour du début des années 2000. Cependant, puisqu'ils sont préliminaires, ces résultats ne devraient pas servir à évaluer formellement les changements de couverture terrestre dans la région.

La section 6 fait état de l'analyse des résultats qui a été réalisée. La fiabilité et la précision des résultats ont été appréciées sommairement par le biais d'une analyse qualitative, incluant une comparaison avec des résultats d'autres études, puis l'effet de l'utilisation d'une grille sur les résultats a été évalué. Bien que les résultats restent à parfaire, il apparaît que des comptes des terres peuvent être élaborés pour le sud du Québec de manière à fournir des données pertinentes, cohérentes et intelligibles sur les changements récents de couverture terrestre. La section 7 présente les étapes de travail à venir, les améliorations méthodologiques envisagées et les extensions aux comptes des terres, incluant d'éventuels comptes des écosystèmes.

---

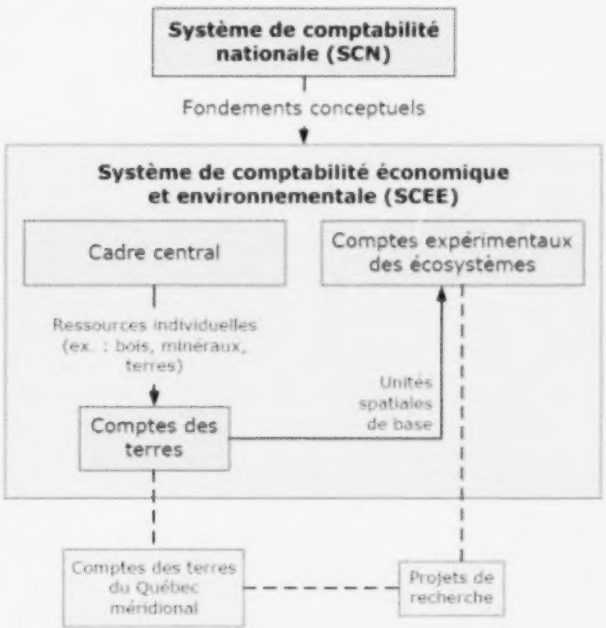
5. La version géographique des MRC comprend les MRC au sens juridique et les territoires équivalents (TE) à une MRC, de même que les communautés amérindiennes et les villages nordiques situés dans le périmètre des MRC ou qui constituent des TE.

1 Comptes de l'environnement et comptes des terres

Les comptes de l'environnement, dont font partie les comptes des terres, forment un cadre statistique complet, détaillé et cohérent pour la mesure du capital naturel. Leurs fondements conceptuels proviennent du Système de comptabilité nationale (SCN), qui contient les recommandations initiales encadrant la comptabilité nationale (figure 1). Les comptes de l'environnement, ou Système de comptabilité économique et environnementale (SCEE)[6], élargissent le domaine de mesure du SCN pour améliorer la connaissance de la dégradation du capital naturel et des interactions entre l'économie et l'environnement. Le manuel du SCEE, produit par un groupe d'organismes internationaux, dont l'Organisation des Nations unies (ONU), contient l'ensemble des concepts, des définitions, des classifications et des règles comptables relatifs aux comptes de l'environnement[7].

Figure 1

Schéma des relations entre le Système de comptabilité nationale (SCN), le Système de comptabilité économique et environnementale (SCEE) et les comptes des terres



© Gouvernement du Québec, Institut de la statistique du Québec

Le SCEE est composé de trois chapitres : le Cadre central, les Comptes expérimentaux des écosystèmes et les cas d'application et les extensions. Au même titre que le SCN, le Cadre central est devenu un standard statistique en 2012 (section 1.1). L'environnement y est envisagé sous l'angle des ressources naturelles prises individuellement, dont les terres. Les définitions relatives aux terres dans le contexte de la comptabilité nationale sont présentées à la section 1.2.

---

6. System of Environmental-Economic Accounting (SEEA).
7. Voir : DIVISION DE STATISTIQUE DES NATIONS UNIES, *SEEA Revision*, [En ligne]. [http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev/] (Consulté le 23 avril 2014).

Puisque les comptes des terres font partie du Cadre central, leur structure est balisée par un standard (section 1.3). La section 1.4 esquisse leur potentiel d'application. Les Comptes expérimentaux des écosystèmes forment la deuxième composante du SCEE. À la différence du Cadre central, ils considèrent l'environnement sous une perspective systémique (section 1.5)[8]. Les comptes des écosystèmes sont liés aux comptes des terres, car ceux-ci leur fournissent les unités spatiales de base. Le projet de comptes des terres du Québec méridional et les activités de recherche sur les comptes des écosystèmes se situent dans ce contexte.

1.1 Le Cadre central du Système de comptabilité économique et environnementale (SCEE) : un nouveau standard statistique

Le Cadre central du SCEE est devenu en mars 2012 le « standard statistique international initial pour la comptabilité environnementale et économique[9] », à la suite de la révision du SCEE menée par le Comité d'experts sur la comptabilité économique et environnementale des Nations unies[10]. Il décrit les flux de matière et d'énergie qui circulent entre l'économie et l'environnement, ainsi que les stocks d'actifs environnementaux et les changements dans les stocks[11]. « Les actifs environnementaux sont les éléments naturels vivants et non vivants de la Terre qui forment l'environnement biophysique et qui peuvent procurer des avantages à l'humanité[12]. » Le Cadre central compile de l'information sur l'eau, les minéraux, l'énergie, le bois, les pêcheries, le sol, la terre, la pollution et les déchets. Il applique les concepts, définitions et règles comptables du SCN (United Nations et autres, 2014 : § 1.3 et 1.4).

Plus spécifiquement, le Cadre central mesure les flux d'intrants naturels utilisés dans les procédés de production économique. Par exemple, il enregistre la quantité de bois qui entre dans la fabrication de matériaux de construction à l'intérieur d'une année. Il mesure aussi les flux de résidus, comme les émissions atmosphériques, qui circulent de l'économie vers l'environnement. Enfin, il enregistre les stocks de tous les actifs environnementaux, qu'ils aient une valeur marchande ou non. Les comptes des terres font donc partie du Cadre central. À la différence du SCN, le SCEE permet la mesure des quantités à la fois en unités monétaires et en unités physiques – par exemple, en kg, en m^3 ou en ha. Le Cadre central compile les statistiques selon les mêmes unités statistiques que le SCN, soit les unités institutionnelles (ménages, gouvernement, entreprises).

Les comptes de l'environnement élaborés selon le Cadre central permettent d'élaborer des indicateurs et des mesures agrégées pertinents au regard de nombreux enjeux environnementaux et économiques. Notamment, l'organisation combinée des données en unités physiques des comptes de l'environnement et des données en unités monétaires du SCN permet de dériver des indicateurs d'éco-efficience. Cependant, le Cadre central ne mesure pas les services écologiques qui ne fournissent pas d'intrants à la production économique, comme la régulation des crues ou

---

8. L'annexe I propose une comparaison du SCN, du Cadre central du SCEE et des Comptes expérimentaux des écosystèmes du SCEE.
9. UNITED NATIONS et autres (2014), p. iv. (Trad. libre).
10. United Nations Committee of Experts on Environmental and Economic Accounting (UNCEEA). Pour de l'information en français au sujet des comptes de l'environnement, voir la version française du Cadre central (*draft*), [En ligne]. [http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seearev/CF_trans/F_march2014.pdf] et UHDE et autres (2010).
11. Un stock est une quantité finie d'actifs à un temps donné. Un flux renvoie au mouvement et à l'utilisation de matériel, d'eau, d'énergie ou de services. Un flux peut représenter une perte ou un gain de stock.
12. UNITED NATIONS et autres (2014), § 2.17. (Trad. libre).

« la fourniture » de paysages pour les activités récréatives, et ne renseigne pas sur la capacité possiblement déclinante des écosystèmes à générer des services écologiques. Les comptes d'actifs en terres sont présentés au chapitre 5.6 du Cadre central.

1.2 Terres, couverture terrestre et utilisation des terres

Selon le SCEE, les terres procurent et « délimitent l'espace où les activités économiques et les procédés environnementaux ont lieu et où les actifs environnementaux et économiques sont situés[13] ». Elles sont considérées distinctement de la matière du sol (au sens pédologique), dont le volume supporte physiquement la fondation des bâtiments et des infrastructures et dont les composantes entrent dans les cycles biologiques[14]. Aux fins de la comptabilité environnementale, les terres incluent les surfaces d'eau. Selon le SCEE, l'aire totale d'un territoire équivaut à la somme des superficies de terre et d'eau comprises à l'intérieur des frontières terrestres, de la ligne d'élévation de la mer basse ou encore des lignes de base de la mer territoriale[15].

Les comptes des terres du Québec méridional décrivent la couverture terrestre, qui « est la couverture physique et biologique observée à la surface de la Terre et [qui] inclut les surfaces de végétation naturelle et les surfaces abiotiques (non vivantes)[16] ». À la base, la couverture terrestre est déterminée par l'ensemble des « objets » qui couvrent une surface, soit les arbres, les arbustes, l'eau, les maisons, l'asphalte, etc.[17] La couverture est donc une forêt, une étendue d'arbustes, un plan ou un cours d'eau, etc. Elle correspond à l'état actuel, et non à l'état potentiel, et peut représenter un état transitoire. Par exemple, une terre agricole abandonnée vouée à devenir une friche serait considérée comme une terre agricole jusqu'à ce que les arbustes ou les arbres aient commencé à pousser et que leur densité ait atteint un certain seuil.

La couverture terrestre diffère de l'utilisation des terres, qui « reflète les activités entreprises et les arrangements institutionnels mis en place en un lieu donné aux fins de la production économique ou du maintien et de la restauration des fonctions environnementales[18] ». L'agriculture et la foresterie sont des exemples d'utilisation des terres. L'utilisation passée ou présente des terres et les changements naturels conditionnent la couverture terrestre. Par ailleurs, il arrive que les deux concepts se confondent, notamment dans le cas des terres agricoles et des surfaces artificielles. Par exemple, une application stricte du concept de couverture terrestre empêcherait la distinction entre terres agricoles et étendues de plantes herbacées en général. Cette distinction s'effectue en fonction d'une « caractéristique » des objets formant la couverture, à savoir si les plantes herbacées sont le produit d'une activité humaine. D'autres aspects encore

---

13. UNITED NATIONS et autres (2014), § 5.239. (Trad. libre).
14. Voir aussi P. DANSEREAU (1985), p. 9-11.
15. « L'aire totale d'un pays devrait être définie comme l'aire comprise à l'intérieur de toutes les frontières terrestres et, si applicable, du côté de la mer, à l'intérieur des lignes de base normales (ligne d'élévation de la mer basse) et des lignes de base droites » UNITED NATIONS et autres (2014), § 5.240. (Trad. libre). Voir Pêches et Océans Canada, *Le patrimoine océanique du Canada, Une description des zones maritimes du Canada*, [En ligne]. [http://www.dfo-mpo.gc.ca/oceans/canadasoceans-oceansducanada/marinezones-zonesmarines-fra.htm] (Consulté le 25 avril 2014). Le fleuve Saint-Laurent et le golfe du Saint-Laurent font partie des eaux intérieures.
16. UNITED NATIONS et autres (2014), § 5.257. (Trad. libre).
17. Le système de classification *Land cover classification system*, version 3 (LCCS3), développé par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), est purement fondé sur la physionomie, ou l'aspect, des « objets de base » qui forment la couverture terrestre. Voir UNITED NATIONS et autres (2014), § 5.262 et note 64. Voir aussi DI GREGORIO et LEONARDI (2010).
18. UNITED NATIONS et autres (2014), § 5.246. (Trad. libre).

permettent de qualifier les terres, par exemple leur zonage (agricole, industriel, etc.) ou le secteur institutionnel qui en est propriétaire.

1.3 Structure des comptes des terres

Les comptes des terres sont des comptes d'actifs qui enregistrent le stock de terres au début et à la fin d'une période et les changements dans le stock au cours de la période. Qu'ils décrivent la couverture terrestre ou un autre aspect des terres, ils sont composés de comptes d'actifs physiques et de comptes d'actifs monétaires. Les comptes physiques présentent les stocks en unités de superficie (par exemple, en km^2), tandis que les comptes monétaires compilent les stocks en unités monétaires. Le stock total de terres équivaut à l'aire totale du territoire (section 1.2). Dans le cas présent, ce stock est divisé par type ou classe de couverture terrestre. Comme la superficie totale d'un territoire ne change habituellement pas, le stock d'ouverture et de fermeture reste le même. La plupart des changements qui auront lieu au cours de la période seront entre les classes de couverture terrestre. Le compte physique de couverture terrestre enregistre le stock d'ouverture, le stock de fermeture et la variation du stock pour chaque classe de couverture terrestre (United Nations et autres, 2014 : 178-180).

La matrice des changements de la couverture terrestre est une déclinaison plus détaillée des comptes d'actifs physiques. Pour une période de temps et un territoire donnés, elle présente les changements d'une classe de couverture terrestre selon les classes de couverture qu'elle a remplacées et selon celles qui l'ont remplacée. Par exemple, elle permet d'évaluer la superficie de terres agricoles qui s'est changée en d'autres classes de couverture terrestre (forêts, surfaces artificielles, etc.) ou, à l'inverse, les superficies des autres classes de couverture qui sont devenues des terres agricoles. Ainsi, il est possible d'évaluer la superficie où certains phénomènes de changement de couverture terrestre opèrent, par exemple, l'étalement urbain, l'afforestation des terres agricoles (« enfrichement »), l'extension de l'agriculture, le drainage des milieux humides, l'enrésinement des forêts, etc. (United Nations et autres, 2014 : § 5.278).

Les comptes des terres peuvent aussi prendre la forme de comptes d'actifs monétaires et exprimer la valeur économique des terres. La valeur des terres au cours d'une certaine période variera, entre autres, selon les transactions de marché et les changements d'utilisation des terres. L'exercice par lequel la valeur des terres est déterminée est complexe et n'a pas été entrepris dans le cadre du présent projet pilote. Habituellement, la valeur marchande des terres inclut « la valeur des attributs physiques de la terre », comme la qualité du sol, ainsi que les bâtiments qui s'y trouvent. De plus, certaines terres, comme les terres publiques, ne feront probablement jamais l'objet d'une transaction[19]. En unités monétaires ou physiques, la structure des comptes des terres et leur constitution en système d'information géographique (SIG) leur confèrent un important potentiel d'application.

1.4 Potentiel d'application des comptes des terres

La raison d'être des comptes des terres est de fournir une connaissance systématique de l'état du territoire et de son évolution dans le temps. Cette connaissance revêt une importance particulière, notamment pour le suivi du développement durable. La puissance des comptes des terres leur vient d'une infrastructure statistique référencée spatialement qui offre de la flexibilité de calcul et la possibilité d'y annexer des données socioéconomiques ou environnementales.

19. UNITED NATIONS et autres (2014), § 5.299. (Trad. libre).

Ainsi, les comptes des terres promettent d'être utiles à une diversité d'utilisateurs : aux ministères et aux organismes du gouvernement que l'aménagement du territoire, l'environnement, l'agriculture, et même le développement économique, le transport, la sécurité publique et la santé intéressent; à la population en général; aux chercheurs universitaires et aux organisations non gouvernementales.

À l'échelle du Québec méridional, les comptes des terres fournissent des indicateurs de la tendance relative au stock de terres. Ces indicateurs sont utiles à la mesure du développement durable. Au Québec, la mesure du développement durable s'inspire de « l'approche par capitaux[20] ». Selon cette approche, le caractère durable du développement dépend du maintien ou de la croissance dans le temps de la richesse nationale totale par habitant, incluant le capital naturel. En tant qu'élément du capital naturel, les terres contribuent à la richesse nationale. Les comptes des terres du Québec méridional pourront un jour être exprimés en unités monétaires. La valeur monétaire des terres servira à mesurer la contribution des terres à la richesse nationale et à évaluer l'effet des changements de couverture sur celle-ci. De plus, la mesure du gain ou de la perte en hectares de certains types de couverture terrestre permet de vérifier l'atteinte d'objectifs, notamment en ce qui a trait à la conservation des milieux humides.

Les comptes des terres renseignent également sur les causes des changements de couverture terrestre, par exemple au profit de quels types de couverture un milieu humide a-t-il disparu. La mesure des changements entre différentes classes de couverture terrestre améliore la compréhension des concordances ou des oppositions entre les objectifs économiques et environnementaux. Ainsi, sur la façon d'aménager le territoire, les comptes des terres aident la prise de décision qui cherche à tenir compte des deux préoccupations. De plus, en combinaison avec des hypothèses pour élaborer des scénarios futurs, ils peuvent venir en appui à l'analyse des effets potentiels sur le territoire d'une mesure générale de développement économique dans le cadre d'une évaluation environnementale.

En plus de l'information agrégée à l'échelle du Québec méridional, les comptes des terres permettent de mesurer les changements de couverture terrestre selon divers découpages géographiques pour satisfaire les besoins de différents utilisateurs. Grâce à leur infrastructure statistique, l'information peut être agrégée par région administrative et éventuellement par MRC[21], pour la zone agricole du Québec[22] ou encore selon le découpage du Cadre écologique de référence du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC)[23]. Les indicateurs produits à l'échelle régionale servent à évaluer l'effet des mesures et des règlements sur le territoire par région administrative. Éventuellement, les comptes des terres pourraient aussi aider la prise de décision qui porte sur

---

20. L'approche par capitaux est recommandée par un groupe de travail international, le *Joint UNECE/OCDE/Eurostat Working group on statistics for sustainable development* (WGSSD). Voir BREHAIN (2011).

21. La fiabilité des indicateurs de changement issus des comptes des terres à l'échelle de la MRC demeure incertaine (voir section 6).

22. Par exemple, le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) doit « [élaborer et rendre public] un indice de disponibilité du territoire agricole qui permettra de faire le suivi de l'évolution de la superficie des terres agricoles disponibles et pouvant être cultivées [afin de] faciliter le processus de planification et de gestion de l'aménagement du territoire » (action 12.5). MAPAQ, *Rapport annuel de gestion 2012-2013*, p. 144, [En ligne]. [http://www.mapaq.gouv.qc.ca/fr/Publications/RapportAnnuel2013.pdf] (Consulté le 28 mai 2014).

23. MDDELCC, *Le Cadre écologique de référence en bref*, [En ligne]. [http://www.mddep.gouv.qc.ca/biodiversite/cadre-ecologique/] (Consulté le 17 juin 2014).

l'aménagement du territoire. L'information issue des comptes des terres permet également de renseigner la population sur les tendances relatives au capital naturel, notamment par la comparaison des indicateurs entre les régions, puis en parallèle avec l'évolution du PIB régional.

L'annexion de données socioéconomiques ou environnementales aux comptes des terres leur donne un potentiel d'utilisation additionnel[24]. La combinaison des données permettrait de réaliser des analyses qui, pour un territoire donné, lieraient des aspects socioéconomiques aux changements de couverture terrestre du territoire; et ces changements de couverture, aux services produits par les écosystèmes au bénéfice de la société. Les données socioéconomiques ou environnementales sont disponibles à diverses échelles spatiales.

- Par le biais du produit « AQ géobâti » d'Adresses Québec (ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles ou MERN), l'adresse civique des entreprises inscrites au Registre des entreprises de Statistique Canada peut être localisée géographiquement et, par le fait même, le code du Système de classification des industries de l'Amérique du Nord (SCIAN). Le code du secteur d'industrie peut ainsi être annexé aux comptes des terres pour le lier aux changements de couverture terrestre[25].
- L'indice de vitalité économique, qui intègre le revenu médian des particuliers, le taux de travailleurs et la variation annuelle de la population totale, développé par l'Institut de la statistique du Québec pour le compte du ministère des Affaires municipales et de l'Occupation du territoire (MAMOT)[26], est disponible à l'échelle municipale. L'indice de vitalité économique pourrait être relié aux comptes des terres pour analyser les liens entre la vitalité économique et les changements de couverture terrestre.
- Les estimations de l'Institut de la statistique du Québec sur la population et le taux de croissance démographique par municipalité, ainsi que les données sur la valeur des terrains, des bâtiments et des immeubles du rôle d'évaluation foncière du MAMOT, disponibles à la même échelle, pourraient aider à comprendre les pressions qui pèsent sur certains types de couverture terrestre.
- Enfin, l'annexion aux comptes des terres de données environnementales permettrait de créer des comptes des écosystèmes. Des travaux de recherche relatifs à ce développement sont en cours au Québec, notamment en lien avec le Groupe de travail sur les comptes d'écosystèmes pour le Québec du Centre de la science de la biodiversité du Québec (CSBQ)[27]. L'extension en comptes des écosystèmes est abordée à la section suivante.

---

24. La faisabilité de ces possibilités n'a pas été analysée.
25. Pour une discussion de cet ordre en lien avec les comptes des écosystèmes, voir EUROPEAN COMMISSION et autres (2013), p. 139-140.
26. L'indice de vitalité économique sera rendu public en 2014. MAMOT, *Plan d'action en occupation et en vitalité des territoires 2013-2016*, 99 p., [En ligne]. [http://www.mamrot.gouv.qc.ca/pub/occupation_territoire/plan_action_OVT.pdf] (Consulté le 17 juin 2014).
27. CENTRE DE LA SCIENCE DE LA BIODIVERSITÉ DU QUÉBEC, *Groupe de travail 14, Comptes d'écosystèmes pour le Québec : Évaluer la biodiversité et les services écosystémiques*, [En ligne]. [http://qcbs.ca/fr/recherche/groupes-de-travail/groupe-de-travail-14/] (Consulté le 3 juillet 2014).

1.5 Comptes expérimentaux des écosystèmes

Une des finalités des comptes des terres est l'élaboration de comptes des écosystèmes. Des activités de recherche sont d'ailleurs en cours au Québec afin d'étudier leur application. Les Comptes expérimentaux des écosystèmes sont l'objet du deuxième chapitre du SCEE. À la différence des comptes de l'environnement conventionnels (Cadre central), les comptes des écosystèmes considèrent l'environnement sous une perspective intégrée ou systémique. Les comptes des écosystèmes complètent le domaine de mesure des comptes de l'environnement en considérant l'environnement comme « un système qui peut se régénérer et se dégrader[28] ». Ils ne forment pas un standard statistique : ils sont expérimentaux et regroupent un ensemble de bonnes pratiques (annexe I). Les unités spatiales de base définies par la grille des comptes des terres servent à créer les unités statistiques des comptes des écosystèmes.

Les comptes des écosystèmes mesurent les stocks et les changements dans les stocks d'actifs écologiques, et les flux de services écologiques. Les actifs écologiques sont des actifs environnementaux (section 1.1) considérés sous une « perspective systémique » et spatiale (European Commission et autres, 2013 : 4). Ils correspondent à une portion d'espace occupée par « un ensemble fonctionnel d'éléments biotiques et abiotiques », comme un boisé ou un milieu humide[29]. Les comptes des écosystèmes enregistrent la condition et l'étendue des actifs écologiques, qui déterminent leur capacité à générer des services écologiques. La condition et l'étendue sont comptabilisées à l'aide d'indicateurs et d'unités physiques. Le manuel propose aussi des approches d'évaluation monétaire des actifs écologiques.

Dans le contexte de la comptabilité nationale, les services écologiques représentent la contribution des écosystèmes aux bénéfices utilisés par l'économie ou reçus par la société. Ils incluent les services d'approvisionnement, de régulation et culturels[30]. La classification privilégiée est le *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES) (European Commission et autres, 2013 : 54). Les comptes des écosystèmes mesurent le flux attendu de services écologiques, qui correspond au flux de services futurs selon « le modèle courant d'utilisation » d'un actif écologique. Par exemple, le panier de services généré par une forêt qui sert à produire de la matière ligneuse est différent de celui généré par une forêt pour laquelle le scénario envisagé est la récréation. Les services écologiques peuvent être enregistrés en unités physiques ou monétaires. Pour qu'elles puissent être comparées aux valeurs des comptes nationaux, les valeurs monétaires des services écologiques doivent être estimées selon la valeur d'échange, et non pas selon la propension à payer comme dans les analyses avantages-coûts.

Les comptes des écosystèmes répondent d'une manière large et intégrée à la nécessité de mieux connaître les liens entre l'activité économique et les écosystèmes pour l'amélioration des politiques. Ils peuvent conduire à des mesures agrégées des actifs ou des services écologiques, à une mesure de dégradation des écosystèmes ou à des mesures économiques ajustées. Ils s'inscrivent pleinement dans les efforts qui visent à mesurer le progrès et le développement durable (European Commission et autres, 2013). Lorsque les comptes des écosystèmes sont liés spatialement aux statistiques socioéconomiques, il est possible d'évaluer l'impact de différents modèles de production ou de consommation sur les écosystèmes à l'intérieur de subdivisions

---

28. EUROPEAN COMMISSION et autres (2013), p. 3. (Trad. libre).
29. *Ibid.*, p. 23. (Trad. libre).
30. Les services de soutien, liés aux procédés écologiques, ne sont pas mesurés directement par les comptes des écosystèmes, pour éviter les doubles comptes. *Ibid.*, p. 47-48.

territoriales, comme les bassins versants, ou, inversement, d'apprécier l'efficience des efforts de restauration des écosystèmes. Ils peuvent aussi appuyer les mécanismes de compensation ou les systèmes de paiements pour des services écologiques[31].

31. L'État de Victoria, en Australie, offre un modèle intéressant de comptes des écosystèmes appliqués à un système de paiements pour des services écologiques. Voir : DEPARTMENT OF SUSTAINABILITY AND ENVIRONMENT, *Environmental Systems Modelling Platform*, [En ligne]. [https://ensym.dse.vic.gov.au/cms/] (Consulté le 22 avril 2014).

2 Cadre méthodologique des comptes des terres du Québec méridional : une première proposition

Les comptes des terres du Québec méridional mesurent la superficie des terres par type de couverture terrestre au début et à la fin d'une période de référence, et le changement de couverture terrestre au cours de cette période pour le territoire de la province qui est couvert par l'inventaire écoforestier du Québec (de sa frontière sud jusqu'au 51e parallèle, approximativement). L'Institut a choisi d'élaborer les comptes des terres du Québec méridional à partir de données géographiques existantes. De plus, le cadre méthodologique des comptes des terres se base sur le respect des standards du SCEE, ainsi que sur les bonnes pratiques en matière de cartographie.

Les comptes des terres sont constitués en un SIG à partir de données qui décrivent la couverture terrestre et qui ont une référence spatiale (section 2.1). Les cartes de couverture terrestre pour le début et la fin de la période de référence (~ 2001 – ~ 2006) sont obtenues par la classification des données selon le type de couverture qu'elles indiquent. La classification de la couverture terrestre qui a été développée est adaptée du SCEE selon les données disponibles (section 2.2). Les sections 2.3 et 2.4 décrivent les propriétés géographiques des cartes de couverture terrestre. Un système de grilles a été conçu pour structurer l'information des cartes de couverture (section 2.5). Le projet pilote appliqué à la région de Chaudière-Appalaches (section 2.6) a permis de produire des résultats préliminaires pour la région et ses MRC; il sert à tester le cadre méthodologique des comptes des terres décrit dans la présente section et à dégager des pistes d'amélioration.

2.1 Données existantes et période de référence

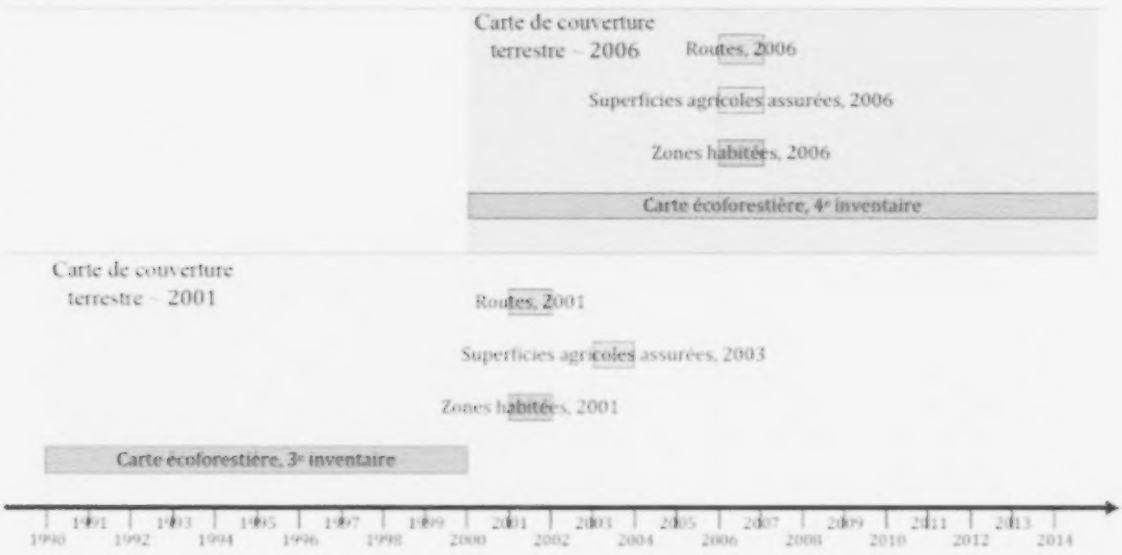
Le projet de comptes des terres du Québec méridional utilise des données existantes. Celles-ci sont intégrées dans des cartes de couverture terrestre pour le début et la fin de la période de référence. Les données utilisées définissent la période de référence des comptes des terres (~ 2001 – ~ 2006 pour le projet pilote). Il s'agit de données administratives produites régulièrement par des ministères et organismes pour pourvoir aux exigences des programmes gouvernementaux en matière d'information (voir la section 3 pour une description des données) :

- les cartes des 3e et 4e inventaires écoforestiers du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP);
- le réseau routier de la base de données d'Adresses Québec (MERN);
- les fichiers du réseau routier du Recensement canadien (Statistique Canada);
- la Base de données des cultures généralisées (BDCG) de la Financière agricole du Québec;
- les données de zones habitées de Statistique Canada.

Ces données sont disponibles gratuitement. La plupart sont produites à partir de photos aériennes et procurent une information au 1/20 000 sur la couverture terrestre. Elles sont comparables dans le temps et devraient continuer d'être produites dans le futur. Généralement, l'année des photos aériennes correspond à l'année de référence de la donnée et détermine la période de référence des comptes des terres.

Le projet compare deux générations de données : celle du début des séries historiques et celle de 2006 (figure 2). Ces données sont utilisées pour créer des cartes de couverture terrestre cohérentes pour le début et la fin de la période de référence. *Selon l'année de la prise de photos*, la fourchette d'années de la carte du 3e inventaire écoforestier s'étend de 1990 à 1999. La prise de photos de la carte du 4e inventaire s'étend de 2000 à 2014. Les couches de données qui décrivent les routes, les superficies agricoles assurées et les zones habitées servent en quelque sorte à mettre à jour les cartes écoforestières en ce qui a trait aux surfaces artificielles (routes et zones habitées) et aux terres agricoles. La série historique des couches de routes (2001 et 2006) est constituée à partir du réseau routier d'Adresses Québec de juin 2011 à l'aide des fichiers du réseau routier du Recensement canadien, qui existent pour 2001, 2006 et 2011[32]. La série de la BDCG (superficies agricoles assurées) débute en 2003; cette base de données est mise à jour annuellement. Les données de zones habitées sont disponibles pour 2001 et 2006[33].

Figure 2
Échelle de temps montrant les années des données utilisées pour constituer les cartes de couverture terrestre du Québec méridional pour ~ 2001 et ~ 2006[34]



Les changements de couverture terrestre présentés à la section des résultats (section 5) se rapportent à la période ~ 2001 – ~ 2006. À noter que la fourchette des années couvertes par la carte du 3e inventaire écoforestier se termine en 1999. Le début de la période de référence a

---

32. STATISTIQUE CANADA, *Fichier du réseau routier (FRR)*, [En ligne]. [http://www.statcan.gc.ca/pub/92-195-x/2011001/other-autre/rnf-frr/rnf-frr-fra.htm] (Consulté le 1er mai 2014).

33. Des comptes des terres auraient pu être créés à l'aide de cartes générées à partir d'images satellites. Un avantage des images satellites est qu'elles peuvent fournir une représentation complète de la couverture terrestre d'un territoire pour une seule année (ou deux ou trois années tout au plus). Cependant, la classification des images satellites exige beaucoup de ressources. À notre connaissance, deux cartes issues d'images satellites de haute résolution sont disponibles pour le Canada : la carte *Couverture du sol, circa 2000-vectorielle* de Ressources naturelles Canada, disponible sur le site de GéoBase, et la *Cartographie des types de cultures au Canada (2011)* de Agriculture et Agroalimentaire Canada. Cette dernière ne couvre pas un territoire aussi grand que l'inventaire écoforestier du Québec. De plus, il n'y a pas de garantie que des images satellites de haute résolution seront classifiées dans le futur.

34. La figure 5 (p. 44) présente un diagramme analogue propre à la région pilote.

quand même été établi à ~ 2001 car les données des routes, des superficies agricoles assurées et des zones habitées, qui représentent l'année 2001 (ou 2003), prédominent sur les cartes écoforestières dans la carte de couverture terrestre (section 4.2.3)[35]. Les données utilisées conditionnent la classification de la couverture terrestre ainsi que les propriétés des cartes de couverture terrestre.

2.2 Classification de la couverture terrestre du Québec

L'information sur la couverture terrestre est ordonnée selon une nouvelle classification, adaptée de celle du SCEE. La classification du SCEE est composée de classes de couverture mutuellement exclusives qui ensemble décrivent la couverture totale de n'importe quel territoire (United Nations et autres, 2014). Les classes du SCEE sont basées sur la théorie du *Land Cover Classification System*, version 3 (LCCS3), développé par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). Le LCCS3, qui est un système de classification international standard, se fonde sur « l'apparence générale » des « objets de base » qui forment la couverture terrestre (arbres, arbustes, eau, maisons) (section 1.2)[36].

Conformément au LCCS3, des classes additionnelles du SCEE sont définies en fonction des propriétés ou des caractéristiques des objets de base. Les propriétés sont une « spécialisation [...] des objets en ce qui concerne leur aspect physionomique[37] » (par ex., la hauteur des arbres ou la densité du couvert). Les caractéristiques se rapportent à la qualité ou aux attributs des objets qui ne sont pas reliés à leur physionomie (par ex., l'âge de la végétation ou l'artificialité). Notamment, le fait qu'une étendue soit naturelle ou artificielle (ou cultivée) est considéré comme une caractéristique de la couverture terrestre. Celle-ci permet de distinguer les terrains découverts artificiels (surfaces artificielles) des terrains découverts naturels. De même, elle permet de classer les terres agricoles séparément des étendues de plantes herbacées naturelles.

Adaptée de celle du SCEE, la classification de la couverture terrestre du Québec dépend des données disponibles. Elle comprend onze classes générales dont le code est à deux chiffres – « Surfaces artificielles », « Terres agricoles », « Prairies », « Étendues d'arbustes », « Étendues de bryophytes et de lichens », « Milieux humides boisés », « Milieux humides herbacés ou arbustifs », « Terrains découverts », « Neiges et glaces permanentes », « Plans et cours d'eau intérieure » et « Forêts » (tableau 1). Les cartes écoforestières permettent de détailler la classification des forêts, ce qui est le reflet de leur importance dans le paysage québécois. La classe des forêts est subdivisée en deux classes à quatre chiffres selon que le couvert de la forêt est fermé ou dense. Les deux classes à quatre chiffres sont à leur tour subdivisées en trois classes à six chiffres selon le type de couvert (conifères, feuillus ou mixtes). La hiérarchisation des classes permet de considérer seulement les classes générales pour améliorer la précision des résultats produits selon un découpage plus fin du territoire, par exemple à l'échelle de la MRC.

---

35. Un test avait été réalisé pour comparer la carte *Couverture du sol, circa 2000-vectorielle* de Ressources naturelles Canada, disponible sur le site de GéoBase, et une carte de couverture terrestre produite à partir de la carte du 4e inventaire écoforestier et des jeux de données de 2006. Il en est ressorti que ces deux cartes de couverture terrestre n'étaient pas comparables.
36. UNITED NATIONS et autres (2014), p. 177, note 64. Voir aussi DI GREGORIO et LEONARDI (2010).
37. A. DI GREGORIO et U. LEONARDI (2010), p. 25. (Trad. libre).

Tableau 1
Classification de la couverture terrestre du Québec, selon trois niveaux

Niveau 1			Niveau 2			Niveau 3		
Nom de la classe	**Code**	**Description**	**Nom de la classe**	**Code**	**Description**	**Nom de la classe**	**Code**	**Description**
Non classifié	00	Non classifié						
Surfaces artificielles	01	Étendues où les surfaces artificielles prédominent (incluant : parcs urbains, zones industrielles, dépotoirs, sites d'extraction)[38].						
Terres agricoles	02	Étendues de plantes herbacées, d'arbustes ou d'arbres cultivés.						
Prairies	03	Étendues de plantes herbacées naturelles dont la densité du couvert est d'au moins 10 % et où la densité du couvert forestier est inférieure à 10 %.						
Étendues d'arbustes	04	Étendues d'arbustes naturels dont la densité du couvert est d'au moins 10 % et où la densité du couvert forestier est inférieure à 10 %.						
Étendues de bryophytes et de lichens	05	Étendues de bryophytes (mousses, hépatiques, cératophylles) et de lichens (foliacés ou fruticuleux; non les crustacés) où la densité du couvert forestier est inférieure à 10 %[39].						
Milieux humides boisés	06	Étendues boisées dont la densité du couvert est d'au moins 10 % dans des zones aquatiques ou inondées où l'eau persiste pendant au moins deux mois par année.						

38. Les surfaces artificielles incluent les sites d'extraction où des opérations minières ont lieu en surface, en particulier, les fosses à ciel ouvert, les carrières, les gravières, les étendues de « déblais miniers blocailleux », les dépôts transitoires et les aires de résidus miniers.
39. La classe « Étendues de bryophytes et de lichens » est basée sur la légende du produit *Couverture du sol, circa 2000-vectorielle*. Voir RESSOURCES NATURELLES CANADA (2009).

Milieux humides herbacés ou arbustifs	07	Étendues de plantes herbacées ou d'arbustes dont la densité du couvert est d'au moins 10 % dans des zones aquatiques ou inondées où l'eau persiste pendant au moins deux mois par année et où la densité du couvert forestier est inférieure à 10 %[40].						
Terrains découverts (et étendues de végétation naturelle clairsemée)	08	Étendues naturelles abiotiques (incluant roches, sols nus, sables) où la densité du couvert végétal est inférieure à 10 %.						
Neiges et glaces permanentes	09	Étendues recouvertes de neige ou de glace pendant au moins 10 mois par année.						
Plans et cours d'eau intérieure	10	Plans et cours d'eau intérieure permanents[41].						
Forêts	11	Étendues boisées dont la densité du couvert[42] est d'au moins 10 %.	Forêts à couvert fermé	1101	Étendues boisées dont la densité du couvert est supérieure à 40 %[43].	Forêts de conifères à couvert fermé	110101	Étendues boisées dont la densité du couvert est supérieure à 40 % et où les conifères occupent au moins 75 % de la surface terrière.
						Forêts de feuillus à couvert fermé[44]	110102	Étendues boisées dont la densité du couvert est supérieure à 40 % et où les arbres feuillus occupent au moins 75 % de la surface terrière.

40. Les milieux humides herbacés ou arbustifs peuvent inclure des étendues qui servent à la production de canneberges.
41. L'eau peut être gelée, mais pendant moins de 10 mois par année. UNITED NATIONS et autres (2014), p. 301.
42. La densité du couvert forestier est le pourcentage de couverture des cimes au sol. À noter que les feuillus occupent plus d'espace de couvert; autrement dit, les conifères sont moins « visibles » (MFFP, communication personnelle).
43. Forêt à couvert fermé : « Dans le contexte de l'aménagement écosystémique, forêt composée en grande majorité (66 %) de peuplements de 7 m et plus de hauteur dont la densité du couvert est supérieure à 40 %. » MFFP, *Glossaire forestier*, [En ligne]. [http://glossaire-forestier.mrn.gouv.qc.ca/Liste.aspx] (Consulté le 15 février 2013). La forêt à couvert fermé est assimilée aux terrains forestiers productifs de l'inventaire écoforestier.
44. Les forêts de feuillus à couvert fermé incluent les étendues qui servent à l'acériculture.

					Forêts mixtes à couvert fermé	110103	Étendues boisées dont la densité du couvert est supérieure à 40 % et où aucun des deux grands types d'arbres n'occupe 75 % ou plus de la surface terrière.
			Forêts à couvert ouvert	1102	Étendues boisées dont la densité du couvert varie de 10 à 40 %[45].	Forêts de conifères à couvert ouvert	110201	Étendues boisées dont la densité du couvert varie de 10 à 40 % et où les conifères occupent au moins 75 % de la surface terrière.
						Forêts de feuillus à couvert ouvert	110202	Étendues boisées dont la densité du couvert varie de 10 à 40 % et où les arbres feuillus occupent au moins 75 % de la surface terrière.
						Forêts mixtes à couvert ouvert	110203	Étendues boisées dont la densité du couvert varie de 10 à 40 % et où aucun des deux grands types d'arbres n'occupe 75 % ou plus de la surface terrière.
Cours d'eau côtiers et zones intertidales	12	Attributs géographiques reliés à la mer (par ex. : estuaires) et surfaces sujettes à la présence persistante de l'eau (par ex. : battures).						

Note : La classification est adaptée de celle du SCEE par l'Institut de la statistique du Québec.

45. Forêt à couvert ouvert : « Forêt composée en majorité de peuplements constitués d'un couvert dont la densité varie de 10 à 40 %. Comprend les dénudés secs et les dénudés humides. » MFFP, *Glossaire forestier*, [En ligne]. [http://glossaire-forestier.mrn.gouv.qc.ca/Liste.aspx] (Consulté le 15 février 2013). La forêt à couvert ouvert est assimilée aux terrains forestiers improductifs de l'inventaire écoforestier. Cependant, dans la présente étude, les dénudés humides sont classés comme milieux humides herbacés ou arbustifs.

Les données utilisées empêchent la délimitation de certaines classes du SCEE, mais permettent d'en subdiviser certaines (tableau 2). Puisque les données du Québec ne permettent pas de distinguer les classes « Herbaceous crops », « Woody crops », « *Multiple or layered crops* » du SCEE, elles ont été regroupées dans une seule classe, « Terres agricoles ». De même, elles ne permettent pas d'isoler la classe « *Sparsely natural vegetated areas* », où le couvert végétal est entre 2 % et 10 %. Cette classe est répartie entre les classes « Terrains découverts (et étendues de végétation naturelle clairsemée) » et « Étendues de bryophytes et de lichens ». La classe « *Tree covered area* » inclut les étendues boisées dans des zones aquatiques ou inondées. Or, les données du Québec permettent de créer la classe « Milieux humides boisés », distincte de la classe « Forêts ». Enfin, la classe « Forêts » du Québec est subdivisée en sous-classes en fonction de propriétés des peuplements (densité et type de couvert).

Tableau 2

Concordance des classes de couverture terrestre du Québec et de celles du Système de comptabilité économique et environnementale (SCEE)

Classes du Québec			**Classes du SCEE**	
Nom	**Code**	**Description**	**Nom**	**Description**
Surfaces artificielles	01	Étendues où les surfaces artificielles prédominent (incluant : parcs urbains, zones industrielles, dépotoirs, sites d'extraction).	*Artificial surfaces (including urban and associated areas)*	*Any type of artificial surfaces. Any urban or related feature is included, for example urban parks (parks, parkland, lawn), industrial areas, waste dump deposits and extraction sites.*
Terres agricoles	02	Étendues de plantes herbacées, d'arbustes ou d'arbres cultivés.	*Herbaceous crops, Woody crops, Multiple or layered crops*	· *Herbaceous crops: Cultivated herbaceous plants (graminoids or forbs).* · *Woody crops: Cultivated tree or shrub plants, including orchards and plantations (fruit trees, Christmas trees, etc.).* · *Multiple or layered crops: At least two layers of cultivated woody and herbaceous plants or different layers of cultivated plants combined with natural vegetation.*
Prairies	03	Étendues de plantes herbacées naturelles dont la densité du couvert est d'au moins 10 % et où la densité du couvert forestier est inférieure à 10 %.	*Grassland*	*Natural herbaceous plants (grasslands, prairies, etc.) with cover from 10-100%, irrespective of different human and/or animal activities, such as grazing. Trees and/or shrubs can be present if cover is less than 10%.*
Étendues d'arbustes	04	Étendues d'arbustes naturels dont la densité du couvert est d'au moins 10 % et où la densité du couvert forestier est inférieure à 10 %.	*Shrub covered area*	*Natural shrubs having a cover of 10% or more. Trees can be present if their cover is less than 10%. Herbaceous plants can be present at any density. Includes shrub covered areas permanently or regularly flooded by inland fresh water (excludes shrubs flooded by salt or brackish water in coastal area).*

Étendues de bryophytes et de lichens	05	Étendues de bryophytes (mousses, hépatiques, cératophylles) et de lichens (foliacés ou fruticuleux; non les crustacés) où la densité du couvert forestier est inférieure à 10 %.	*Sparsely natural vegetated areas* (partie de) (aucune concordance lorsque le couvert de végétation ≥ 10 %)	*Any type of natural vegetation with cover from 2-10%; includes permanently or regularly flooded areas.*
Milieux humides boisés	06	Étendues boisées dont la densité du couvert est d'au moins 10 % dans des zones aquatiques ou inondées où l'eau persiste pendant au moins deux mois par année.	*Tree covered area* (partie de)	*Natural trees with cover from 10-100%. Shrubs and/or herbs can be present, even with a density higher than trees. Includes areas seasonally or permanently flooded with freshwater.*
Milieux humides herbacés ou arbustifs	07	Étendues de plantes herbacées ou d'arbustes dont la densité du couvert est d'au moins 10 % dans des zones aquatiques ou inondées où l'eau persiste pendant au moins deux mois par année et où la densité du couvert forestier est inférieure à 10 %.	*Shrubs and/or herbaceous vegetation, aquatic or regularly flooded*	*Natural shrubs or herbs with cover from 10-100% that is permanently or regularly flooded by fresh or brackish water (swamps, marsh areas, etc.). Flooding must persist for at least 2 months per year to be considered regular.*
Terrains découverts (et étendues de végétation naturelle clairsemée)	08	Étendues naturelles abiotiques (incluant roches, sols nus, sables) où la densité du couvert végétal est inférieure à 10 %.	*Terrestrial barren land* *Sparsely natural vegetated areas* (partie de)	*Terrestrial barren land: Abiotic natural surfaces where the natural vegetation covers less than 2%; includes areas regularly flooded by inland water (lake shores, river banks, etc.); excludes coastal areas affected by the tidal movement of salt water.* *Sparsely natural vegetated areas: Any type of natural vegetation with cover from 2-10%; includes permanently or regularly flooded areas.*
Neiges et glaces permanentes	09	Étendues recouvertes de neige ou de glace pendant au moins 10 mois par année.	*Permenant snow and glaciers*	*Any type of glacier and perennial snow with persistence of 10 months per year.*
Plans et cours d'eau intérieure	10	Plans et cours d'eau intérieure permanents.	*Inland water bodies*	*Any type of inland water body with a water persistence of 12 months per year.*
Forêts	11	Étendues boisées dont la densité du couvert est d'au moins 10 %.	*Tree covered area* (partie de)	*Natural trees with cover from 10-100%. Shrubs and/or herbs can be present, even with a density higher than trees. Includes areas seasonally or permanently flooded with freshwater.*
Cours d'eau côtiers et zones intertidales	12	Attributs géographiques reliés à la mer (par ex. : estuaires) et surfaces sujettes à la présence persistante de l'eau (par ex. : battures).	*Coastal water bodies and inter-tidal areas*	*Geographical features in relation to the sea (coastal water bodies, i.e. lagoons and estuaries) and abiotic surfaces subject to the water persistence (inter-tidal areas, i.e. coastal flats).*

Note : Le nom et la description des classes du SCEE sont tirés de United Nations et autres, 2014.

2.3 Projection cartographique

Les cartes de couverture terrestre des comptes des terres sont créées à l'aide d'une projection équivalente d'Albers. Le choix de la projection cartographique prend en considération l'objet des comptes des terres, qui est la mesure des superficies de couverture terrestre et de leur changement dans le temps. Toute représentation, sur un plan, de surfaces qui en réalité épousent la sphéricité de la Terre, induit un biais dans les mesures géographiques telles que la distance, la direction, le relief ou la superficie. La projection d'Albers minimise le biais dans la mesure des superficies. La projection utilise le Système de référence géodésique nord-américain de 1983 (NAD83), avec les paramètres de la projection conique conforme de Lambert pour le Québec[46] :

Longitude d'origine : -68.5 °

Latitude d'origine : 44 °

Parallèle 1 : 60 °

Parallèle 2 : 46 °

X0 : 0

Y0 : 0

Système de référence géodésique : NAD83

Ellipsoïde : GRS80

2.4 Échelle et aire minimale de cartographie

Les cartes de couverture terrestre des comptes des terres se présentent à l'échelle 1/20 000. Cette échelle correspond à celle de la carte écoforestière du MFFP, qui forme la couche de base des cartes de couverture terrestre. L'échelle est le ratio de réduction de la réalité terrain telle que rapportée sur la carte. Une échelle de 1/20 000 signifie qu'un centimètre sur la carte équivaut à 20 000 cm (200 mètres) en réalité. Ainsi, une carte dont l'échelle est plus grande se rapproche de la réalité et capte davantage de détails. À noter que l'échelle des cartes de couverture terrestre est plus petite à l'endroit des polygones de zones habitées de Statistique Canada, produites à partir de la géographie du Recensement canadien. Les données qui sous-tendent la géographie du Recensement sont à l'échelle de 1/50 000 et de 1/250 000[47].

---

46. Pour l'utilisation dans ArcGIS :
PROJCS["NAD 83 / Quebec Albers",GEOGCS["GCS_North_American_1983",DATUM["D_North_American_1983",SPHEROID["GRS_1980",6378137,298.257222101]],PRIMEM["Greenwich",0],UNIT["Degree",0.0174532925199433295]],PROJECTION["Albers"],PARAMETER["standard_parallel_1",60],PARAMETER["standard_parallel_2",46],PARAMETER["latitude_of_origin",44],PARAMETER["central_meridian",-68.5],PARAMETER["false_easting",0],PARAMETER["false_northing",0],UNIT["Meter",1]]. Selon le code Proj4, les paramètres se déclinent comme suit : +proj=aca +lat_1=60 +lat_2=46 +lat_0=44 +lon_0=-68.5 +x_0=0 +y_0=0 +ellps=GRS80 +datum=NAD83 +units=m +no_defs.

47. STATISTIQUE CANADA (2010), p. 7, et STATISTIQUE CANADA, *Base nationale de données géographiques* (BNDG), [En ligne]. [http://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/ref/dict/geo015-fra.cfm] (Consulté le 27 février 2014).

L'aire minimale de cartographie dépend de l'échelle et de l'usage prévu de la carte[48]. Pour constituer les cartes de couverture terrestre, les couches de données ont été découpées puis intégrées (section 4). Les petits polygones découpés dont la superficie est inférieure à l'aire minimale de cartographie sont fusionnés à un des polygones adjacents. L'aire minimale de cartographie des cartes de couverture terrestre est établie selon « l'aire minimale d'interprétation » de la carte écoforestière. Pour apparaître sur la carte du 3e inventaire écoforestier, les terrains doivent avoir une aire qui varie de 1 ha à 8 ha selon les éléments à délimiter (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2009)[49]. De surcroît, la largeur minimale des polygones de la carte écoforestière est de 20 m, conformément à l'échelle de la carte (Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2012). Ainsi, les polygones des cartes de couverture terrestre devraient avoir une aire minimale de 1 ha (100 m^2) et une largeur minimale de 20 m[50].

2.5 Grilles et unités spatiales

Un système de grilles forme la structure spatiale des comptes des terres du Québec méridional. Il comprend trois grilles composées de carrés à la superficie équivalente : une grille avec des cellules de 1 000 m^2, une avec des cellules de 100 m^2 et une avec des cellules de 25 m^2, qui s'emboîtent parfaitement les unes dans les autres[51]. La grille à 1 000 m^2 couvre tout le Québec et est l'assise spatiale des comptes des terres à l'échelle du Québec. Les grilles à 100 m^2 et à 25 m^2 sont morcelées par région administrative ou par MRC. Les cellules de 25 m^2 représentent les unités spatiales des comptes des terres. Leur dimension est compatible avec la largeur minimale des polygones des cartes de couverture terrestre. Les références géographiques des grilles sont fixes dans le temps, ce qui facilite le suivi des changements sur plus d'une période[52]. L'information sous-jacente sur la couverture terrestre est attribuée à chaque unité spatiale selon un algorithme qui établit la couverture dominante. Les résultats du projet pilote ont été obtenus à l'aide de la grille à 25 m^2 (celle à 100 m^2 a servi à faire des expérimentations).

Le système de grilles est conçu selon un plan cartésien (figure 3). Les prolongements de la limite ouest et sud de la province se joignent au point d'origine *(0,0)* de la grille à 1 000 m^2. Un code est attribué aux cellules de la grille selon une progression le long de l'axe des *x* (de l'ouest vers l'est) et le long de l'axe des *y* (du sud vers le nord). Puisque l'unité élémentaire du système de grilles est la cellule de 25 m^2, c'est elle qui marque la graduation le long des axes. Ainsi, la

---

48. TASKMAN PROJECT, *GIS data delivery: vector and raster formats*, [En ligne]. [http://taskman.eionet.europa.eu/projects/gislibrary/wiki/GisGuideDataDelivery] (Consulté le 5 mai 2014).

49. Dans la carte du 4e inventaire écoforestier, l'aire minimale d'interprétation est de 0,1 ha ou 0,5 ha pour certains éléments de la carte (interventions forestières évidentes, lisières boisées, etc.) et est de 4 ha pour la plupart des peuplements forestiers. MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (2013a).

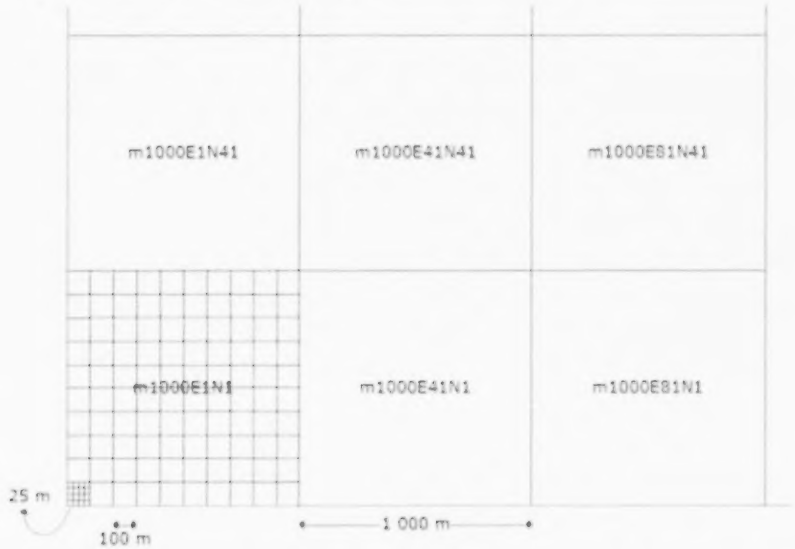
50. Les cartes de couverture terrestre du projet pilote ne respectent pas l'aire minimale de cartographie, elles contiennent des polygones plus petits que l'aire minimale. L'utilisation de la grille (section 2.5) réduit le bruit occasionné par l'état préliminaire des cartes de couverture terrestre.

51. Au moins un autre système de grilles existe au Québec : le Système d'information forestière par tesselle (SIFORT) du MFFP. Le SIFORT est constitué de polygones rectangulaires imbriqués les uns dans les autres. MFFP, *Qu'est-ce que le système SIFORT?* [En ligne.] [http://www.mffp.gouv.qc.ca/forets/fimaq/information/fimaq-information-sifort.jsp] (Consulté le 17 juin 2014). La grille du SIFORT a été élaborée selon une distribution de 1 800 points à espace régulier dans un feuillet 1/20 000 (MERN, communication personnelle). Cette grille ne fournit pas des cellules de superficie équivalente. L'Inventaire forestier national du Canada utilise également une grille (Ressources naturelles Canada, communication personnelle).

52. La section 6.2.2 décrit les avantages de l'utilisation d'une grille pour la comptabilité des terres.

première unité, à gauche et en bas du plan cartésien, est codée « m25E1N1 »; celle juste à sa droite, « m25E2N1; celle juste en haut, « m25E1N2 »; et ainsi de suite. La première cellule de 1 000 m^2 à gauche et en bas du plan est codée « m1000E1N1 » et celle à sa droite, « m1000E41N1 », selon la graduation à 25 m (le « 41 » vient de ce qu'il y a 40 cellules de 25 m^2 le long d'une cellule de 1 000 m^2). Cette indexation permet de positionner les unités spatiales à l'intérieur du système de grilles.

Figure 3
Illustration du système de grilles des comptes des terres du Québec méridional



Note : Ce système de grilles est adapté de celui des comptes des terres pour l'Europe de l'Agence européenne pour l'environnement (European Environment Agency, 2006 : 66-68) par l'Institut de la statistique du Québec.

2.6 Présentation du projet pilote

Le projet pilote est une application à l'échelle de la région de Chaudière-Appalaches – l'une des 17 régions administratives de la province – du cadre méthodologique des comptes des terres tel que conçu pour l'ensemble du Québec méridional. Le projet pilote visait à étudier la faisabilité d'élaborer des comptes des terres pour le Québec méridional à l'aide de données existantes et à vérifier l'applicabilité du cadre méthodologique défini conformément aux concepts, aux définitions et aux classifications du SCEE. Il doit aussi servir à susciter l'intérêt des ministères et des organismes du gouvernement pour l'utilisation des comptes des terres en appui aux politiques sectorielles et environnementales.

Composée de dix MRC, Chaudière-Appalaches est une région de 16 130 km^2 située dans les Basses terres du Saint-Laurent (figure 4). Cette région a été choisie parce qu'elle comporte une large gamme de couvertures terrestres et des phénomènes typiques des Basses terres du Saint-Laurent, tels que l'expansion des surfaces artificielles et la disparition des milieux humides. Son activité économique se concentre surtout dans le secteur des services et de la fabrication de biens et, dans une moindre mesure, dans la construction et les cultures agricoles et l'élevage. La foresterie et l'extraction minière (sable et gravier, schiste, granit, etc.) contribuent également à l'activité économique (Cambon et Ladouceur, 2013). Les forêts sont majoritairement de propriété

privée[53]. Le projet pilote a fourni des résultats préliminaires pour la période ~ 2001 – ~ 2006 : un compte physique de couverture terrestre pour la région et ses MRC et une matrice préliminaire de changements de la couverture terrestre pour la région.

Figure 4
Carte administrative de la région de Chaudière-Appalaches

Source : MERN.

53. MFFP, *Unités d'aménagement (UA), Région de la Capitale-Nationale – Chaudière-Appalaches (03)*, [En ligne]. [http://www.mffp.gouv.qc.ca/forets/amenagement/CAAF-pdf/carte/uaf_pgaf_03.pdf] (Consulté le 17 juin 2014).

3 Données

Le projet pilote de comptes des terres utilise six jeux de données produits par des ministères ou des organismes du Québec ou du Canada. Ils forment des couches de données géographiques, constituées de polygones qui délimitent des surfaces (sauf pour le réseau routier, dont la surface doit être extrapolée) et procurent de l'information sur la couverture terrestre. Parce qu'elles couvrent tout le Québec méridional, qu'il s'agisse du territoire forestier ou non, les cartes de l'inventaire écoforestier du Québec forment la couche de base des comptes des terres. Les autres jeux de données sont ajoutés aux cartes écoforestières pour améliorer l'information relative à certaines classes de couverture terrestre : le réseau routier d'Adresses Québec, le réseau routier du Recensement canadien, la BDCG de la Financière agricole du Québec et les données de zones habitées de Statistique Canada. Le Système sur les découpages administratifs du MERN est utilisé pour délimiter la région de Chaudière-Appalaches et ses MRC.

3.1 Cartes écoforestières

Les cartes écoforestières sont produites par la Direction des inventaires forestiers du MFFP[54]. Elles servent à appuyer l'aménagement des forêts et à planifier l'exploitation des ressources forestières. Elles résultent d'un inventaire, qui se résume en l'interprétation de photos aériennes, la cueillette de données sur le terrain par parcelle d'échantillonnage et la compilation des données pour estimer le volume de bois disponible[55]. Le MFFP prévoit compléter son 4e inventaire en 2018 (les années des photos utilisées s'étendent de 2000 à 2014). Les comptes des terres utilisent la couche de peuplement écoforestier, incluant l'hydrographie surfacique, des cartes écoforestières issues des 3e et 4e inventaires.

La photo-interprétation du 4e inventaire est effectuée à partir des cartes du 3e inventaire. Lors de l'interprétation des photos aériennes, l'hydrographie surfacique est révisée et le contour des peuplements écoforestiers est édité. Les règles de révision et d'édition font en sorte que l'imprécision des contours par rapport aux plans d'eau et aux peuplements interprétés est inférieure à 20 m. De plus, les éléments du territoire sont définis selon une « aire minimale d'interprétation », soit la superficie minimale qu'un élément doit avoir pour être délimité (Ministère des Ressources naturelles, 2013a). L'aire minimale d'interprétation varie de 1 à 8 ha selon le type d'élément circonscrit (voir note 49, p. 36). Par exemple, un boisé de moins de deux hectares, cerné d'une terre agricole, n'apparaîtra pas sur la carte écoforestière[56].

La réalisation d'un inventaire écoforestier pour l'ensemble du Québec méridional dure de dix à quinze ans. Pour une unité d'aménagement donnée, un exercice d'inventaire commence habituellement l'année qui suit l'acquisition des photos et s'étend sur quatre ans[57]. Les cartes écoforestières représentent le territoire de la forêt commerciale, soit tout le Québec méridional jusqu'aux alentours du 51e parallèle, au nord. Dans le cadre du 4e inventaire, la majorité de ce

---

54. MFFP, *Cartes et données écoforestières*, 2013.
55. MFFP, *L'inventaire écoforestier du Québec méridional*, [En ligne]. [http://www.mffp.gouv.qc.ca/forets/inventaire/inventaire-quebec-meridional.jsp] (Consulté le 4 juin 2014).
56. Voir MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (2013a), p. 5, « Tableau 1. Aires minimales d'interprétation des photographies numériques ».
57. MFFP, *L'inventaire écoforestier du Québec méridional*, [En ligne]. [http://www.mffp.gouv.qc.ca/forets/inventaire/inventaire-quebec-meridional.jsp] (Consulté le 10 juin 2014).

territoire a été décrit selon la « stratification écoforestière initiale », qui a fait place à la « nouvelle approche d'inventaire par peuplement forestier » (NAIPF) au cours de 2009.

Les cartes écoforestières divisent le territoire en catégorie de terrain : étendue d'eau, terrain à vocation non forestière, terrain forestier improductif ou terrain forestier productif. Les étendues d'eau sont les lacs, les cours d'eau assez larges pour que leur surface soit cartographiée et les sites inondés. Les terrains à vocation non forestière sont affectés, par exemple, aux usages résidentiels, industriels ou agricoles. La densité du couvert forestier y est inférieure à 25 %. Les terrains forestiers improductifs sont des aulnaies et des terrains dénudés secs ou humides : ils sont « incapables de produire 30 m^3 ou plus de matière ligneuse à l'hectare en moins de 120 ans ». Cette désignation signifie généralement que la densité du couvert est inférieure à 25 % et que les arbres une fois matures ne dépassent pas 10 mètres. Enfin, les terrains forestiers productifs – les forêts à proprement parler – sont ceux « capables de produire 30 m^3 ou plus de matière ligneuse à l'hectare en moins de 120 ans » (Ministère des Ressources naturelles, 2013a : 8).

Des attributs additionnels permettent de caractériser les différents terrains. Les terrains forestiers productifs et improductifs et certaines catégories de terrain à vocation non forestière sont entre autres caractérisés selon « le type écologique ». Cette variable décrit « la végétation potentielle » du terrain – soit le groupe des « différents types de végétation » qui « peuvent se reconstituer à la suite d'une perturbation ou se succéder jusqu'à atteindre un stade de fin de succession » – et les « caractéristiques physiques du milieu », notamment le drainage du sol (*Ibid.*, p. 38-43). Plusieurs variables additionnelles permettent de caractériser les terrains forestiers productifs : par exemple, la composition, la hauteur, l'âge et la densité du peuplement. Les données associées aux terrains improductifs sont moins élaborées, mais tendent à s'enrichir à chaque nouveau programme d'inventaire, alors que les outils deviennent plus performants et que la demande des différents utilisateurs augmente[58].

3.2 Réseau routier d'Adresses Québec

La base de données d'Adresses Québec, qui offre une représentation à l'échelle 1/20 000 des routes et des bâtiments du Québec, est tenue à jour par le MERN. Elle résulte de l'intégration de données produites par le Directeur général des élections du Québec, le MAMOT, le ministère des Transports (dont la Base géographique routière), le MERN, des collaborateurs municipaux et Postes Canada. Elle représente la référence en matière de cartographie pour les routes et les bâtiments du Québec et appuie la production des rôles d'évaluation foncière et la gestion du réseau routier. La base de données d'Adresses Québec est mise à jour et rendue disponible mensuellement (Ministère des Ressources naturelles, 2013b).

La grande base de données d'Adresses Québec inclut plusieurs bases de données, dont celle du réseau routier, ou l'*AQRéseau*. Celle-ci comprend un identifiant unique pour chaque segment de route, le nom de la route et la classe de route. L'*AQRéseau* forme une carte vectorielle de lignes (et non de polygones), la surface de la route doit donc être extrapolée aux fins des comptes des terres[59]. La version utilisée dans le cadre du présent projet est celle de juin 2011, soit la plus ancienne qui est rendue disponible. Afin de construire un historique du réseau

---

58. MFFP, communication personnelle.

59. La classification des routes d'Adresses Québec est présentée à l'annexe II. Une concordance peut être établie entre cette classification et la classification fonctionnelle du ministère des Transports du Québec. La surface des routes est extrapolée selon la classe fonctionnelle (section 4.3 et annexe III).

routier du Québec à partir de la couche de données d'Adresses Québec, les fichiers du réseau routier du Recensement canadien ont été utilisés pour lui retrancher les routes apparues entre 2006 et 2011, puis entre 2001 et 2006.

3.3 Réseau routier du Recensement canadien

Produits par Statistique Canada, les fichiers du réseau routier du Recensement canadien représentent les routes du Canada et incluent des attributs tels qu'un identifiant unique par « arc de rue », le nom de rue, le « genre » et la classe de rue (Statistique Canada, 2011)[60]. Ces fichiers servent à appuyer le Recensement. Ils sont issus d'un fichier qui incorpore des données provinciales, des cartes municipales et de l'information tirée de l'observation du terrain. Ils sont mis à jour à l'aide de données provinciales. Les données des fichiers du Recensement, qui couvrent l'ensemble du Canada, peuvent être désagrégées selon la province. L'élaboration des comptes des terres utilise les fichiers des recensements de 2001, de 2006 et de 2011. Quelques disparités existent entre les versions : notamment, des segments de route ont été ajoutés à la version de 2011.

3.4 Superficies agricoles assurées

La Base de données des cultures généralisées (BDCG), mise en place par la Financière agricole du Québec, représente les parcelles agricoles assurées par elle. Dérivée de la Base de données territoriale agricole[61], la BDCG inclut le contour des parcelles établi à partir de photos aériennes de 1990 à 2005 au 1/15 000 et au 1/40 000. Elle comprend un identifiant par parcelle et un code de culture, qui provient des déclarations des producteurs agricoles. Les superficies agricoles représentées correspondent à peu près 70 % de la superficie des terres cultivées au Québec (Financière agricole, 2006)[62]. La BDCG offre une représentation des surfaces agricoles pour chaque année de 2003 à 2007[63]. Une procédure de généralisation lui a été appliquée : par souci de confidentialité, la Financière agricole fusionne les polygones des parcelles séparées par moins de 20 m et dont la classe de culture est la même. Par conséquent, des polygones de terre agricole peuvent cacher des éléments du paysage, tels que des routes ou des ruisseaux. La BDCG de 2003, soit la plus ancienne, a été utilisée pour la carte de couverture terrestre de ~ 2001.

---

60. STATISTIQUE CANADA, *Fichier du réseau routier, Recensement de 2011*, Produit nº 92-500-X au catalogue de Statistique Canada. L'attribut du genre de rue se décline selon 179 catégories; celui de la classe de rue, selon 16 catégories. Voir STATISTIQUE CANADA (2011).

61. Financière agricole du Québec, *La géomatique à la FADQ, Base de données territoriale agricole*, [En ligne]. [http://www.fadq.qc.ca/geomatique/geomatique_a_la_fadq/base_de_donnees_territoriale_agricole.html] (Consulté le 15 avril 2013).

62. Les classes de culture sont le foin, le maïs, le blé, l'orge, l'avoine, le soya, le canola, les autres céréales, les produits maraîchers, les petits fruits et la classe « pas d'information ». Voir FINANCIÈRE AGRICOLE DU QUÉBEC (2006). Voir aussi FINANCIÈRE AGRICOLE DU QUÉBEC, *Pour les professionnels en géomatique, Base de données de cultures généralisées*, [En ligne]. [http://www.fadq.qc.ca/geomatique/professionnels_en_geomatique/base_de_donnees_de_cultures_generalisees.html] (Consulté le 15 avril 2013). Le pourcentage restant des terres cultivées n'est pas assuré par la Financière agricole du Québec. Financière agricole du Québec, communication personnelle.

63. À partir de 2008, la BDCG devient la Base de données des cultures assurées.

3.5 Zones habitées

Les données de zones habitées ont été produites par Statistique Canada à titre de projet de recherche. Elles représentent les limites des zones habitées du Canada pour 2001 et 2006.

> « Les zones habitées [...] sont des zones où les êtres humains habitent et travaillent. Il s'agit d'étendues [...] où l'homme a modifié l'environnement physique en construisant des immeubles résidentiels, commerciaux ou industriels, des bâtiments institutionnels ainsi que d'autres installations. Elles comprennent les cités, villes, villages et autres concentrations de population humaines qui habitent une région environnementale donnée. » (Statistique Canada, 2010 : 7)

La production des données de zones habitées vise à combler un manque d'information pour analyser la croissance des zones habitées au Canada. Elle repose sur l'Inventaire des zones de peuplement par l'observation de la Terre (IZPOT), qui comprend des attributs pour chaque « îlot de diffusion » d'au moins 1 000 habitants. L'îlot de diffusion correspond à un pâté de maisons et est la plus petite unité de la géographie du Recensement canadien. Des images satellites, surtout de haute résolution, ont servi à qualifier la proportion de superficie habitée de chaque îlot. Par la suite, les îlots dont les attributs, notamment la proportion habitée et la densité de population, dépassaient certains seuils ont été regroupés pour former les polygones de zones habitées (Statistique Canada, 2010).

Puisqu'ils sont construits à partir des pâtés de maisons, les polygones de zones habitées peuvent contenir des superficies qui ne sont pas des surfaces artificielles, comme des boisés ou des terres agricoles. En particulier, les pâtés de maisons en territoire rural sont plus grands et englobent davantage de couverture naturelle ou agricole, car les rues qui les délimitent sont plus distancées. Autrement dit, l'échelle des données de zones habitées est plus grande (plus basse résolution) que celle des autres données utilisées dans le projet pilote de comptes des terres. Elles ont été utilisées parce qu'elles permettaient d'améliorer la fiabilité des surfaces artificielles représentées par rapport à la période de référence (~ 2001 – ~ 2006) (voir section 3.7).

3.6 Système sur les découpages administratifs

Le MERN produit mensuellement le Système sur les découpages administratifs (SDA) à l'échelle de 1/20 000. Le SDA décrit les frontières du Québec et les limites des régions administratives, des MRC et des municipalités. Il inclut le nom, le statut et le code géographique de chaque territoire. Ce produit est la référence officielle des systèmes d'information géographique du gouvernement du Québec pour les limites administratives. Le SDA intègre les divisions territoriales du MERN, la délimitation des régions administratives et la désignation et le statut juridique du MAMOT, la codification géographique de l'Institut de la statistique du Québec et la nomenclature géographique de la Commission de toponymie[64]. Dans le cadre des comptes des terres, le SDA sert à délimiter les unités administratives pour la production des tableaux de résultats[65].

---

64. MERN, *Le Système sur les découpages administratifs à l'échelle de 1/20 000 (SDA 20k)*, [En ligne]. [http://www.mern.gouv.qc.ca/publications/territoire/expertise/16_SDA_mai2008.pdf] (Consulté le 17 juin 2014).
65. Selon le SDA, la région de Chaudière-Appalaches déborde du côté du fleuve jusqu'à la ligne équidistante entre la rive sud et la rive nord.

3.7 Limites des données

Les données utilisées présentent certaines limites au regard des critères de qualité de la statistique. Les critères de qualité en cause sont la fiabilité, la comparabilité et l'actualité[66]. La fiabilité de l'information renvoie à sa « conformité à la réalité qu'elle doit décrire » (Institut de la statistique du Québec, 2006 : 11). La fiabilité des données avec une référence spatiale dépend de la précision des attributs et de la précision de localisation[67]. La comparabilité des données s'entend de « la possibilité de [les] combiner » avec des données d'autres sources. L'actualité « fait référence à sa disponibilité en temps opportun et au moment prévu » (*Ibid.*, p. 12). Certains défauts sont inhérents aux données, alors que d'autres sont relatifs à l'utilisation qui en est faite. Pour l'élaboration des comptes des terres, les données doivent être « traduites » en information sur la couverture terrestre et être intégrées dans une carte de couverture terrestre pour représenter le début et la fin de la période de référence (~ 2001 – ~ 2006).

Les cartes écoforestières, qui sont les couches de base des cartes de couverture terrestre, ont un défaut d'actualité. Quatre ans séparent l'acquisition des photos et la disponibilité des cartes et de dix à quinze ans sont nécessaires pour compléter un inventaire du Québec méridional (section 3.1). Ainsi, l'actualité des cartes écoforestières dépend des régions. De plus, le fait que l'année représentée diffère d'une région à l'autre réduit la comparabilité des données entre les régions. De même, la large fourchette des années représentées dans les cartes écoforestières réduit la comparabilité des données de différentes sources intégrées dans les cartes de couverture terrestre (figure 5).

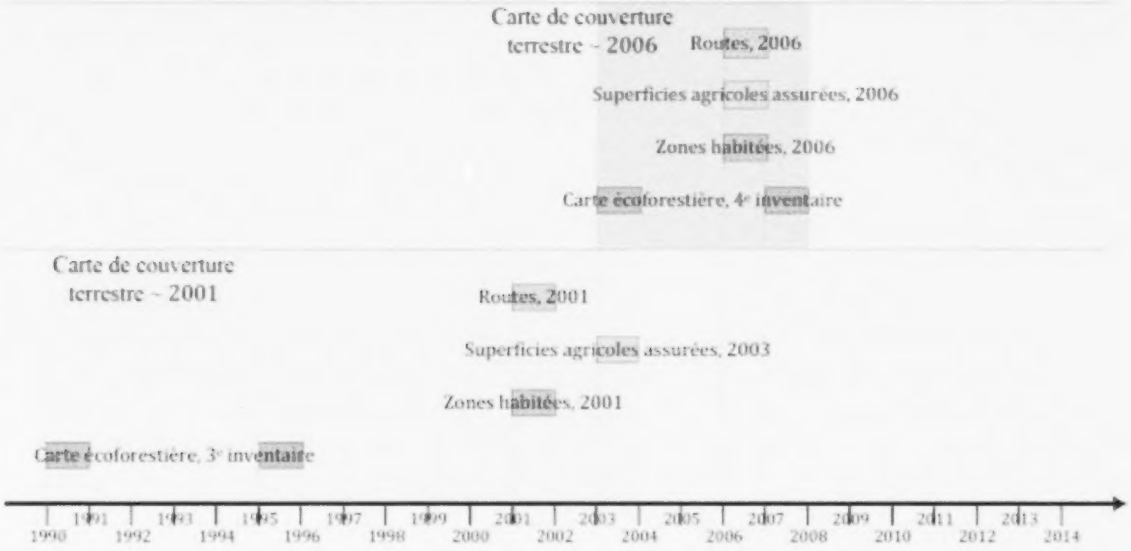
---

66. Les dimensions de la qualité statistique sont la pertinence, la fiabilité et l'objectivité, la comparabilité, l'actualité, l'intelligibilité et l'accessibilité. INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC (2006).

67. La précision des attributs « se définit par la précision des attributs quantitatifs et le caractère approprié des attributs non quantitatifs ». La précision de localisation « indique la précision absolue et relative de la localisation des traits géographiques ». « [...] La précision de localisation absolue s'entend du degré de correspondance entre la localisation des traits dans une base de données géographiques et leur véritable localisation (c'est-à-dire la proximité des valeurs des coordonnées indiquées et des valeurs acceptées comme vraies). » « [...] Par précision de localisation relative, on entend le degré de correspondance entre la localisation des traits [les uns par rapport aux autres] dans une base de données géographiques et leur véritable localisation. » STATISTIQUE CANADA (2011), p. 18-19.

Figure 5

Échelle de temps montrant les années des données utilisées pour constituer la carte de couverture terrestre de la région de Chaudière-Appalaches pour ~ 2001 et ~ 2006



Pour ce qui est de traduire les données en information sur la couverture terrestre, certains attributs de la carte écoforestière sont imprécis. En effet, quelques catégories des données écoforestières ne permettent pas d'identifier la couverture terrestre sans ambiguïté. C'est le cas de catégories de terrains dits « à vocation non forestière » : les îles d'un hectare ou moins, les milieux faiblement perturbés par l'activité humaine et les catégories du 3e inventaire équivalentes à ces milieux, tels les campings, les camps forestiers et les cimetières d'automobiles. De plus, il apparaît que ni la carte écoforestière ni les autres données disponibles ne « représentent fidèlement les limites des milieux humides, puisqu'il s'agit d'entités dynamiques dont les superficies peuvent fluctuer dans le temps » (Pellerin et Poulin, 2013 : 16).

Sur le plan de la précision de localisation, la méthodologie de création de l'historique du réseau routier à partir du fichier d'Adresses Québec introduit des erreurs liées à la présence ou à l'absence erronée de certains tronçons de route ~ 2001 et ~ 2006 (section 4.3; annexe III). De plus, la généralisation appliquée aux superficies agricoles assurées à l'intérieur de la BDCG, par laquelle des parcelles séparées par moins de 20 mètres sont fusionnées, réduit leur précision de localisation. Par ailleurs, l'utilisation de la BDCG de 2003 pour représenter les terres de ~ 2001 rend moins fiable la représentation des terres agricoles pour le début de la période. Enfin, le fait que les données de zones habitées, acquises pour tout le Canada à une résolution équivalente au pâté de maisons, aient une résolution plus basse que les données de source québécoise, acquises à partir de photos aériennes, pose un problème de comparabilité. Malgré ces limites, ces données sont les meilleures disponibles pour constituer les comptes des terres du Québec méridional.

4 Étapes de la méthodologie

La méthodologie des comptes des terres a été conçue pour mesurer les tendances des actifs en terres au cours d'une période de temps. Elle a été élaborée de façon à pouvoir être appliquée à l'ensemble du Québec méridional. À la base, elle prévoit l'intégration des jeux de données en deux représentations de la couverture terrestre au début (~ 2001) et à la fin de la période (~ 2006). La première étape de la méthodologie a été de définir la classification de la couverture terrestre du Québec à partir de la classification du SCEE (section 4.1). À la deuxième étape, des règles ont été élaborées pour la classification des polygones issus des couches de données et pour leur intégration en deux cartes de couverture terrestre (section 4.2). Ces règles sont réunies dans un modèle décisionnel.

Les comptes des terres prennent la forme d'un système d'information géographique (SIG). MapInfo Professional a été le principal logiciel utilisé pour le projet pilote. Les logiciels ArcGIS, édition Standard, et Quantum GIS (QGIS)[68] ont été utilisés pour effectuer quelques opérations. Les cartes de couverture terrestre de ~ 2001 et de ~ 2006, constituées à l'étape 3 suivant le modèle décisionnel, sont la première composante du SIG (section 4.3). Les cartes finales comprennent un ensemble d'objets polygonaux *non juxtaposés* qui couvrent le territoire d'une façon *exhaustive*. Deuxième composante du SIG, des grilles avec des cellules de 1 000 m^2, de 100 m^2 et de 25 m^2 ont été produites à l'étape 4. Les grilles ont servi à « pixéliser » les cartes de couverture terrestre : elles entreposent l'information sur la couverture qui domine à l'intérieur de chaque cellule (section 4.4).

À l'intérieur du SIG, un tableau de données est associé à chacune des deux cartes de couverture terrestre pixélisées. Les deux tableaux de données ont été joints en un tableau unique, qui apparie l'identifiant d'une cellule (unité spatiale) à la classe de couverture dominante au début et à la fin de la période. Les opérations réalisées à partir de ce tableau, à l'étape 5, permettent d'estimer la superficie par classe de couverture terrestre pour ~ 2001 et ~ 2006, afin de créer le compte physique de couverture terrestre, et le changement d'un type de couverture donné vers un autre pour dériver la matrice des changements de la couverture terrestre (section 4.5). Ces résultats ont été obtenus pour différents découpages du territoire.

4.1 Définir la classification de la couverture terrestre

La classification de la couverture terrestre sert à traduire l'information des couches de données en information sur la couverture terrestre. Elle a été adaptée de celle du SCEE, mais sous la contrainte des données disponibles au Québec. Ce travail a consisté à rechercher parmi les données disponibles celles qui permettaient de représenter chaque classe du SCEE. Il a reposé sur l'examen détaillé des données et sur une quête d'information auprès des ministères et organismes producteurs des données et d'autres organisations. À la suite de cette analyse, certaines classes du SCEE ont dû être fusionnées, tandis que d'autres ont pu être subdivisées pour enrichir la représentation cartographique de la couverture terrestre.

---

68. Quantum GIS est un logiciel au code source libre. Il est disponible gratuitement en ligne [http://www.qgis.org/fr.html] (Consulté le 30 mai 2013). Testé dans le cadre du projet pilote, sa capacité de traitement s'est avérée insuffisante au regard du volume de données à traiter.

La classification résultante pour le Québec est présentée au tableau 1 (p. 30). Ce tableau décrit les classes qui peuvent être représentées à l'aide des données du 4e inventaire écoforestier et des quatre autres jeux de données (section 3). Cependant, les données du 3e inventaire écoforestier ne permettent pas de distinguer autant de classes. Celles qui ne peuvent pas être représentées sont les suivantes : « Prairies », « Étendues d'arbustes », « Étendues de bryophytes et de lichens », « Terrains découverts (et étendues de végétation naturelle clairsemée) », « Neiges et glaces permanentes », « Forêts de conifères à couvert ouvert », « Forêts de feuillus à couvert ouvert », « Forêts mixtes à couvert ouvert » et « Cours d'eau côtiers et zones intertidales ». La comparaison entre la carte de ~2006 basée sur le 4e inventaire et celle de ~2001 basée sur le 3e inventaire requiert une classification simplifiée, présentée dans le tableau ci-contre[69].

Tableau 3
Classification simplifiée de la couverture terrestre du Québec

Classe de couverture	Code
Surfaces artificielles	01
Terres agricoles	02
Milieux humides boisés	06
Milieux humides herbacés ou arbustifs	07
Plans et cours d'eau intérieure	10
Forêts	11
Forêts à couvert fermé	1101
Forêts de conifères à couvert fermé	110101
Forêts de feuillus à couvert fermé	110102
Forêts mixtes à couvert fermé	110103
Forêts à couvert ouvert	1102

4.2 *Établir les règles de classification et d'intégration des polygones*

Une fois la classification de la couverture terrestre définie, il a fallu systématiser la classification des polygones constituant les couches de données et leur intégration en deux cartes de couverture terrestre. Un modèle décisionnel a été établi pour assurer la fiabilité et la cohérence des deux cartes de couverture terrestre. La tâche préliminaire a été d'examiner les données en profondeur et de recueillir une information détaillée sur celles-ci auprès des spécialistes de différentes organisations. Cet examen a montré que les différentes couches de données ont des zones d'intersection où l'information est parfois contradictoire. De plus, les données écoforestières n'indiquent pas toujours clairement la nature de la couverture terrestre hors des superficies boisées. Ainsi, dans un deuxième temps, il a été nécessaire de formuler des hypothèses de travail. Le modèle décisionnel pour la classification et l'intégration des polygones a été élaboré à partir de ces hypothèses.

4.2.1 Examen des données

Afin d'utiliser adéquatement les données, il était important de comprendre les concepts et les définitions sous-jacents et les méthodes utilisées pour les produire. Une bonne connaissance des données était nécessaire pour bien les interpréter et pour planifier adéquatement leur intégration. Des échanges avec les responsables de la production de ces données et avec d'autres

69. À noter que la comparaison d'années subséquentes permettra, quant à elle, l'utilisation de la classification complète présentée au tableau 1.

spécialistes ont permis de compléter cet examen. Le personnel du MFFP a été consulté pour répondre à des questions relatives aux données écoforestières – qui forment le jeu de données le plus complexe (constitué d'une trentaine d'attributs aux nombreuses catégories ou valeurs) – soit pour en faciliter l'interprétation et pour comprendre les différences entre les 3e et 4e inventaires. La meilleure méthodologie pour délimiter les deux classes de milieux humides à partir des données écoforestières a été définie avec l'aide du personnel de Canards illimités. Des échanges avec le personnel de la Financière agricole du Québec et de Statistique Canada ont permis de répondre à des questions en lien, respectivement, avec la BDCG et les données de zones habitées.

L'examen détaillé des données a mis en lumière la complexité que leur traduction selon le type de couverture terrestre représente. Les jeux de données ont été produits pour répondre à diverses finalités et non pas spécifiquement pour décrire la couverture terrestre de façon explicite. Notamment, les attributs des données écoforestières ne procurent pas toujours l'information requise pour préciser la classe de couverture terrestre, en particulier pour les terrains dits « à vocation non forestière ». Par exemple, la couverture terrestre d'un « milieu faiblement perturbé par l'activité humaine (milieu physique peu perturbé) » – qui pourrait être un camping, un camp forestier, un cimetière d'automobiles, etc. – ne peut pas être établie sans ambiguïté.

Parce que les données sont de différentes sources, leur intégration pose un défi important. En effet, chacun des jeux de données ne représente pas la couverture terrestre de la même façon, ni nécessairement pour la même année (section 3.7). Il arrive que les données soient incohérentes entre elles : la superposition des couches de données révèle des zones d'intersection où une couche peut indiquer une couverture terrestre différente d'une autre. Dans le cadre de l'examen des données, ces zones d'ambiguïté ont été comparées à la mosaïque d'images satellites de Google Earth pour déterminer la couche de données qui semblait la plus conforme à la réalité. Les constats émanant de l'examen des données ont permis la formulation d'hypothèses.

4.2.2 Formulation des hypothèses de travail

De l'examen détaillé des données découlent les hypothèses qui sous-tendent le modèle décisionnel pour la classification des polygones des différentes couches de données et leur intégration en cartes de couverture terrestre. Ces hypothèses dépendent de la comparaison des couches entre elles au regard des critères de qualité de la statistique (section 3.7). Elles ne reposent pas sur évaluation quantitative de leur fiabilité. Quelques hypothèses concernent la prédominance des couches les unes par rapport aux autres. Les autres se rapportent à la classification des polygones dont les variables sont peu explicites quant à la couverture terrestre. Une autre hypothèse porte sur l'extrapolation de la surface des routes.

1. ***La couche des routes prédomine sur toutes les autres couches. Notamment, elle prédomine sur la couche de l'eau.*** La surface des routes n'est pas toujours exclue des superficies agricoles assurées (BDCG) et des polygones de la carte écoforestière. La prédominance des routes sur ces surfaces assure une meilleure conformité à la réalité, bien que la cartographie des routes pour 2001 et 2006 ait été construite à partir de la couche de 2011 d'Adresses Québec à l'aide des fichiers du réseau routier de Statistique Canada (section 4.3, annexe III). Pour ce qui est de la prédominance de la couche des routes sur celle de l'eau, elle se justifie par le fait que la première inclut les ponts, qui correspondent à la couverture terrestre vue de haut aux intersections entre les deux couches.
2. ***La couche de l'eau tirée de la carte écoforestière prédomine sur la couche des superficies agricoles assurées (BDCG) et sur celle des zones habitées.*** La surface des

plans et des cours d'eau n'est pas toujours exclue des superficies agricoles assurées et des zones habitées. Comme dans le cas des routes, la prédominance des plans et des cours d'eau sur ces surfaces assure une meilleure conformité à la réalité.

3. ***La couche des superficies agricoles assurées (BDCG) prédomine sur la couche des zones habitées et sur les couches issues de la carte écoforestière (sauf sur la couche de l'eau).*** Les polygones des superficies agricoles assurées sont acquis à une échelle plus grande que ceux des zones habitées. De plus, par hypothèse, l'indication d'une terre agricole par la BDCG est considérée comme plus fiable que l'indication d'une couverture autre par la couche écoforestière (sauf pour ce qui est de la couche de l'eau).

4. ***Les îles d'un hectare ou moins sont couvertes de forêt.*** Les attributs de la couche des îles d'un hectare ou moins (tirée de la carte écoforestière) ne procurent pas une indication précise de la couverture terrestre. Leur classification comme « Forêts » est la meilleure interprétation possible des données.

5. ***La couche des îles d'un hectare ou moins prédomine sur la couche des zones habitées.*** Les polygones des zones habitées n'excluent pas les îles, qui sont le plus souvent boisées. Ainsi, la prédominance de la couche des îles d'un hectare ou moins assure une meilleure conformité à la réalité.

6. ***La couche des zones habitées prédomine sur les couches issues de la carte écoforestière (sauf sur les couches de l'eau et des îles).*** L'indication d'une surface artificielle par la couche des zones habitées est, par hypothèse, considérée comme plus fiable que l'indication d'une couverture autre par la carte écoforestière (sauf pour ce qui est des couches de l'eau et des îles). Bien que les polygones des zones habitées soient acquis à une échelle plus petite que ceux de la carte écoforestière, l'information qu'elle procure sur les surfaces artificielles en 2001 et en 2006 est plus précise dans le temps.

7. ***Les « milieux faiblement perturbés par l'activité humaine » de la carte écoforestière sont des surfaces artificielles.*** Les milieux faiblement perturbés par l'activité humaine correspondent à des surfaces de couverture variée. Leurs attributs ne procurent pas une information précise sur la couverture terrestre. Bien qu'il existe une table de concordance des codes des milieux perturbés par l'activité humaine des 3e et 4e inventaires[70], elle n'est pas appliquée partout. Par souci de cohérence inter-temporelle, les milieux faiblement perturbés sont traités comme les milieux fortement perturbés et sont considérés comme des surfaces artificielles.

8. ***La largeur des routes par classe de route d'Adresses Québec est égale à la largeur moyenne du profil en travers au plus petit nombre de voies possible du ministère des Transports du Québec (MTQ) (autoroute, route nationale, etc.). La concordance entre les classes de route d'Adresses Québec, les classes fonctionnelles du MTQ et les profils en travers peut être établie comme présentée au tableau de l'annexe II. Dans les cas où la classe de route peut exister en milieu rural ou en milieu urbain, la largeur de la route est celle du profil en travers correspondant en milieu rural, car de nombreuses routes en milieu urbain « disparaissent » sous les polygones des zones habitées.*** La largeur des profils en travers du MTQ est, par hypothèse, l'information la plus fiable pour

---

70. Voir MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE (2012), « Annexe II, table de conversion NF et ANT », p. 98.

extrapoler la largeur des routes au Québec. L'extrapolation de la largeur des routes selon la largeur moyenne du profil en travers au plus petit nombre de voies possible est conforme à une estimation conservatrice des surfaces artificielles.

4.2.3 Élaboration du modèle décisionnel

Les hypothèses de travail décrites à la section précédente mènent à l'élaboration du modèle décisionnel, lequel résume les règles de classification et d'intégration des polygones des couches de données. Le modèle décisionnel est l'aboutissement de la réflexion sur la façon d'utiliser les données disponibles pour créer les cartes de couverture terrestre qui soient le plus possible fiables et cohérentes dans le temps. En plus des hypothèses susmentionnées, les règles suivantes guident la classification des polygones des différentes couches :

a. les polygones extrapolés à partir des couches du réseau routier sont codés 01, « Surfaces artificielles »;

b. les polygones des superficies agricoles assurées sont codés 02, « Terres agricoles »;

c. les polygones des zones habitées sont codés 01, « Surfaces artificielles »;

d. les polygones des cartes écoforestières sont classifiés selon la catégorie des attributs « Code du terrain », « Type écologique » et « Type de couverture » :

- les polygones dont le code du terrain est « EAU » sont codés 10, « Plans et cours d'eau intérieure »;
- les polygones dont le code du terrain indique un « milieu perturbé par l'activité humaine », une « gravière », une « route » ou une « ligne de transport d'énergie » sont codés 01, « Surfaces artificielles »[71];
- les polygones dont le code du terrain indique une « terre agricole », une « terre agricole en milieu agroforestier » ou un « verger » sont codés 02, « Terres agricoles »;
- les polygones dont le code du terrain indique une « aulnaie » ou un « dénudé et semi-dénudé humide » sont codés 07, « Milieux humides herbacés ou arbustifs »;
- les polygones dont le code du terrain est non spécifié et dont le quatrième caractère du type écologique indique un milieu physique au drainage hydrique sont codés 06, « Milieux humides boisés ».
- De plus, les polygones dont le code du terrain est non spécifié (et qui ne représentent pas des milieux humides boisés) représentent des forêts à couvert fermé. Parmi ceux-ci, les polygones dont le type de couvert indique un couvert résineux sont codés 110101, « Forêts de conifères à couvert fermé »; ceux dont le type de couvert indique un couvert feuillu sont codés 110102, « Forêts de feuillus à couvert fermé »; ceux dont le type de couvert indique un couvert mélangé sont codés 110103, « Forêts mixtes à couvert fermé »; ceux dont le type de couvert n'est pas spécifié et dont le premier caractère du type écologique indique une végétation potentielle résineuse sont

71. Les surfaces artificielles telles que délimitées par les données écoforestières correspondent aux « milieux fortement perturbés par l'activité humaine (milieux physiques très perturbés) » et aux « milieux faiblement perturbés par l'activité humaine (milieux physiques peu perturbés) ». Cette définition, fondée sur l'idée d'une modification du terrain par les humains, est cohérente avec celle des zones habitées de Statistique Canada (section 3.5).

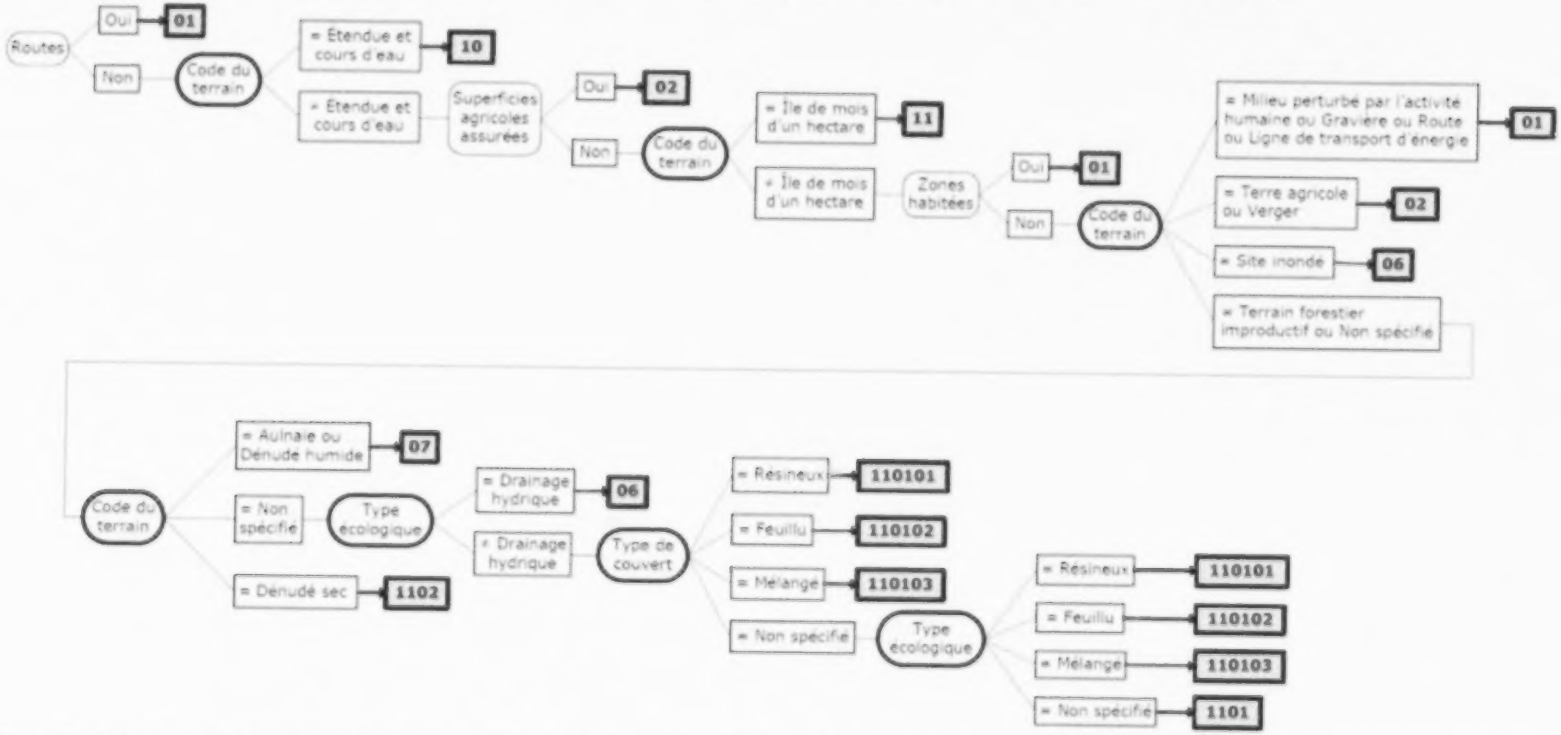
codés 110101, « Forêts de conifères à couvert fermé »; ceux dont le type de couvert n'est pas spécifié et dont le premier caractère du type écologique indique une végétation potentielle feuillue sont codés 110102, « Forêts de feuillus à couvert fermé »; ceux dont le type de couvert n'est pas spécifié et dont le premier caractère du type écologique indique une végétation potentielle mélangée sont codés 110103, « Forêts mixtes à couvert fermé »; ceux dont ni le type de couvert, ni le type écologique sont spécifiés sont codés 1101, « Forêts à couvert fermé ».

- Enfin, les polygones dont le code du terrain indique un « dénudé et semi-dénudé sec » sont codés 1102, « Forêts à couvert ouvert ».

L'ensemble de ces règles, en conjonction avec les hypothèses formulées à la section 4.2.2, donnent le modèle décisionnel schématisé à la figure 6.

Figure 6

Modèle décisionnel pour la classification et l'intégration des polygones des différentes couches de données



Note : Les boîtes arrondies représentent les différentes couches (routes, superficies agricoles assurées, zones habitées) et les boîtes arrondies au contour gras, des attributs de la carte écoforestière. Les boîtes rectangulaires renvoient à la présence ou à l'absence des polygones d'une couche (Oui/Non) ou aux catégories d'un attribut de la carte écoforestière. Les petites boîtes rectangulaires grises font référence au code de la classe de couverture terrestre attribué aux polygones en vertu des règles établies.

4.2.4 Remarques à propos de la classification des données

La classification des données, conformément au modèle décisionnel de la figure 6, donne lieu à quelques écarts par rapport aux définitions des classes de couverture terrestre présentées au tableau 1 (p. 30). La plupart de ces erreurs découlent de la simplification de la classification telle que présentée au tableau 3 (p. 46). Parce que les attributs du 3e inventaire écoforestier ne permettent pas d'identifier les prairies, les étendues d'arbustes, les étendues de bryophytes et de lichens et les terrains découverts, ces étendues (rares dans la région) se retrouvent dans d'autres classes. Par exemple, des étendues d'arbustes peuvent se retrouver dans la classe des milieux humides herbacés ou arbustifs. Bien qu'il engendre quelques erreurs de classification, le modèle décisionnel représente à notre connaissance la meilleure méthode pour classifier et intégrer l'information des couches de données. Autrement dit, il optimise la fiabilité – soit la conformité à la réalité – et la cohérence des cartes de couverture terrestre. Le tableau 4 présente les remarques relatives à chacune des classes de couverture où de telles erreurs existent.

Tableau 4

Écarts entre les classes de couverture terrestre définies en pratique et leur définition initiale

Classe de couverture	Code	Écarts par rapport à la définition de la classe
Surfaces artificielles	01	Peuvent inclure des superficies de couverture variée, plus ou moins boisée, à l'intérieur des polygones de zones habitées et là où le code du terrain des données écoforestières indique un « milieu faiblement perturbé par l'activité humaine ». Incluent de façon erronée (mais rarement) des milieux humides, là où le code du terrain indique une « ligne de transport d'énergie » ou un « milieu faiblement perturbé par l'activité humaine » et le type écologique, un drainage hydrique ou une tourbière.
Terres agricoles	02	Incluent les pâturages (prairies). Peuvent inclure de façon erronée des superficies colonisées par des aulnes ou des petits feuillus, mais dont le couvert est inférieur à 25 %, là où le code du terrain des données écoforestières indique une « terre agricole » ou un « terrain agricole localisé dans les secteurs agro-forestiers[72]. » Incluent de façon erronée des milieux humides, là où le code du terrain indique un « terrain agricole localisé dans les secteurs agro-forestiers » et le type écologique, un drainage hydrique.
Milieux humides herbacés ou arbustifs	07	Puisqu'ils correspondent à des terrains forestiers improductifs, peuvent inclure de façon erronée des superficies où la densité du couvert forestier est égale ou supérieure à 10 %[73]. Incluent de façon erronée (mais rarement) des étendues d'arbustes, là où le code du terrain indique une aulnaie et le type écologique, un drainage non hydrique, et là où le type écologique indique une « lande arbustive ».
Plans et cours d'eau intérieure	10	Incluent de façon erronée les battures[74].
Forêts à couvert ouvert	1102	Incluent de façon erronée (mais rarement) des prairies, là où le type écologique indique une « lande herbacée »; incluent de façon erronée des étendues d'arbustes, là où le type écologique indique une « lande arbustive ».

72. MFFP, communication personnelle.

73. Généralement, la désignation de terrain forestier improductif signifie que la densité du couvert forestier est inférieure à 25 % (« terrains incapables de produire 30 m^3 ou plus de matière ligneuse à l'hectare en moins de 120 ans », MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, 2013a, p. 8). De surcroît, dans le cas de la version initiale du 4e inventaire écoforestier (soit avant 2010), la désignation de terrain improductif et la spécification d'un type écologique de milieux *non forestiers* signifient que la densité du couvert forestier est inférieure à 25 %; cependant, la désignation de terrain improductif et la spécification d'un type écologique de milieux *forestiers* signifient que la densité du couvert forestier est plus grande ou égale à 25 %. Dans le cas de la NAIPF (soit à partir de 2010), la désignation de terrain improductif et la spécification d'un type écologique de milieux *non forestiers* signifient que la densité du couvert forestier est inférieure à 10 % (*Ibid.*, p. 40); la désignation de terrain improductif et la spécification d'un type écologique de milieux *forestiers* signifient que la densité du couvert forestier est plus grande ou égale à 10 % et inférieure à 25 % (MFFP, communication personnelle). Par ailleurs, la densité du couvert forestier des terrains à vocation non forestière est inférieure à 25 %.

74. Ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 2012. Dans la carte du 4e inventaire écoforestier, le contour de la terre ferme correspond à la limite des hautes eaux ou à un niveau d'élévation plus haut (MFFP, communication personnelle). Les battures, comprises entre les hautes eaux et les basses eaux, sont incluses dans la catégorie de l'eau.

4.3 Constituer les cartes de couverture terrestre

La création des cartes de couverture terrestre pour ~ 2001 et ~ 2006 forme la première étape d'élaboration du SIG des comptes des terres. Ces cartes constituent le contenu des comptes des terres. De format vectoriel, elles sont composées de polygones qui délimitent les surfaces de différentes couvertures terrestres. En théorie, les polygones ne se chevauchent pas et recouvrent le territoire complètement, c'est-à-dire sans laisser de petites zones « blanches »[75]. Avant de joindre les couches de données pour créer les deux cartes de couverture terrestre, des opérations préliminaires ont dû être effectuées, notamment la conversion des fichiers, la transformation des couches selon la projection équivalente d'Albers (section 2.3), puis leur découpage selon les limites de la région et de ses MRC.

Suivant le modèle décisionnel présenté à la figure 6, quatorze couches distinctes ont été créées à partir des couches de données d'origine pour ~ 2001 et ~ 2006. Notamment, la sélection de catégories du code du terrain, du type écologique ou du type de couvert a permis de décomposer la carte de chaque inventaire écoforestier en onze couches distinctes. Les tableaux de données associés à chacune des nouvelles couches gardent la plupart des attributs d'origine, par exemple les caractéristiques des peuplements des données écoforestières et le code de culture de la BDCG. Le nom et le code de la couverture terrestre selon les trois niveaux de la classification ont été ajoutés au tableau de données de chaque couche. Les quatorze couches de données pour ~ 2001 et ~ 2006 ont été intégrées en deux cartes de couverture terrestre. Avant de joindre les couches, elles ont été découpées selon leur ordre de prédominance, tel qu'illustré à la figure 6, pour supprimer les zones d'intersection entre les couches.

La constitution des couches de routes à partir du réseau routier d'Adresses Québec et des fichiers du réseau routier du Recensement canadien a requis une méthodologie particulière, qui répond à deux particularités des données. Premièrement, ces couches de données sont constituées d'objets linéaires plutôt que d'objets polygonaux. Or, les cartes de couverture terrestre servent à mesurer *la superficie*. Le cadre méthodologique des comptes des terres n'admet pas les objets linéaires. Pour cette raison, des zones tampons ont été générées autour des segments de route afin de transformer les lignes en surfaces. La largeur des routes a été établie par classe de route d'Adresses Québec selon la largeur des « profils en travers » du MTQ (annexe II).

Deuxièmement, le réseau routier d'Adresses Québec n'est disponible qu'à partir de juin 2011. Il servira éventuellement à constituer la carte de couverture terrestre pour 2011. Les fichiers du réseau routier du Recensement existent pour 2001, 2006 et 2011. Cependant, puisque la couche d'Adresses Québec et les fichiers du Recensement ne sont pas parfaitement cohérents – notamment quant à la localisation relative des segments de route[76] –, ceux-ci ne peuvent pas être utilisés directement pour construire un historique du réseau routier depuis 2001. Pour ce faire, les fichiers du Recensement ont plutôt été utilisés pour retrancher de la couche d'Adresses Québec les routes apparues entre 2006 et 2011, puis entre 2001 et 2006[77]. Notons que la méthodologie utilisée fait en sorte que « l'image » du réseau routier générée pour 2001 et 2006 ne représente pas la réalité de façon précise ou complète. En effet, elle donne lieu à des segments de route

---

75. En pratique, la topologie des cartes du projet pilote est imparfaite.
76. Statistique Canada est en voie d'intégrer la géographie du réseau routier d'Adresses Québec au fichier du recensement. L'intégration complète devrait être terminée en 2014 (Statistique Canada, communication personnelle).
77. La méthodologie de création d'un historique du réseau routier est décrite à l'annexe III.

isolés ou à des routes tronquées. Cependant, elle permet d'obtenir une estimation du changement de superficie des routes entre deux années.

4.4 Générer les grilles et « pixéliser » les cartes de couverture terrestre

La génération des grilles et la transposition de l'information des polygones de couverture terrestre en pixels complètent le SIG des comptes des terres. Si les cartes de couverture terrestre fournissent le contenu des comptes des terres, les grilles permettent de le structurer. La grille composée de polygones de 1 000 m^2 a d'abord été produite pour couvrir l'ensemble du Québec. À partir de la sélection des cellules de 1 000 m^2 qui couvrent la région de Chaudière-Appalaches, les grilles à 100 m^2 et à 25 m^2 ont été produites pour la région de manière à ce qu'elles coïncident avec les lignes de la grille à 1 000 m^2. Une cellule fait partie de la région (ou de la MRC) qui la recouvre à au moins 50 %[78]. À partir des tableaux de données associés aux grilles, les cellules ont été codées à l'aide du logiciel SAS selon le système d'axes cartésiens décrit à la section 2.5 (voir en particulier la figure 3).

Les grilles à 100 m^2 et à 25 m^2 ont ensuite été superposées aux cartes de couverture terrestre de ~ 2001 et de ~ 2006. L'information sous-jacente pour chacune des deux années a été reportée dans les grilles par le biais d'un algorithme de couverture dominante pour donner les cartes de couverture terrestre pixélisées (figure 8, p. 59). Une couverture terrestre est dominante si elle occupe plus de 50 % d'une cellule, dans le cas où deux types de couverture s'y trouvent, ou la plus grande proportion de celle-ci, dans le cas où au moins trois types de couverture différents s'y trouvent. La dominance d'une couverture dans une cellule a d'abord été établie selon le code de couverture à deux chiffres. Parmi les codes à quatre chiffres qui composent la classe dominante, celui dont le polygone occupe la plus grande proportion de la cellule représente la classe dominante au niveau des codes à quatre chiffres; et ainsi de suite pour le niveau des codes à six chiffres. La mesure des superficies et des changements de couverture est effectuée directement à partir des tableaux de données.

4.5 Mesurer les superficies et les changements de couverture terrestre

L'approche privilégiée pour mesurer les superficies et les changements de couverture terrestre consiste à transposer l'information des polygones de couverture terrestre en « pixels » de couverture dominante, puis à calculer les superficies et les changements à l'aide des tableaux de données. Pour les raisons exposées à la section 6.2.2, et bien qu'elle comporte des inconvénients, cette approche offre plus de souplesse de calcul que celle qui consisterait à estimer les superficies et les changements de couverture à partir des polygones de couverture terrestre[79]. L'étape précédente a permis d'obtenir des cartes de couverture terrestre pixélisées pour ~ 2001 et ~ 2006, chacune associée à un tableau où chaque ligne correspond à une unité spatiale de 25 m^2.

---

78. Lorsqu'une cellule chevauche plus de deux territoires, le territoire qui en recouvre la plus grande proportion lui est assigné.

79. Dans le cadre du projet pilote, des résultats ont aussi été produits avec la méthode basée sur les polygones de couverture terrestre. Les résultats obtenus à l'aide des deux approches ont été comparés, ce qui a permis de découvrir que la méthode de la grille pouvait biaiser les résultats (section 6.2.1).

À l'aide du logiciel SAS, les tableaux associés à chacune des deux années ont été joints en un seul tableau de données, qui apparie l'identifiant d'une unité spatiale à la classe de couverture dominante au début et à la fin de la période. Ce tableau unique comprend les attributs suivants :

- la première colonne contient l'identifiant unique de l'unité spatiale codée selon le système d'axes cartésiens présenté à la section 2.5;
- les six colonnes suivantes comprennent les codes de la couverture terrestre dominante selon chacun des trois niveaux de la classification pour ~ 2001 et ~ 2006;
- d'autres colonnes indiquent le nom et le code de la région administrative et de la MRC.

Le code de changement de couverture, qui identifie la transition (ou l'absence de transition) dans chaque unité spatiale, a été ajouté au tableau.

L'addition des unités spatiales par classe de couverture terrestre permet d'estimer la superficie de chaque classe au début et à la fin de la période (stock d'ouverture et de fermeture). La superficie équivaut au nombre d'unités spatiales multiplié par 25 m^2. De même, l'addition des unités spatiales par type de transition permet d'estimer les augmentations et les diminutions d'une classe de couverture au détriment et au profit d'une autre classe. Ces calculs peuvent être effectués à partir des unités spatiales contenues dans différents territoires, soit dans toute la région ou dans une MRC. Le compte physique de couverture terrestre et la matrice de changements de la couverture terrestre ont été construits à partir de ces résultats de calculs.

Les superficies de forêt qui ne pouvaient pas être classées selon la classification à six chiffres (environ 2 km^2), soit les classes 110000 (les forêts dont la densité du couvert ne pouvait pas être établie) et 110100 (les forêts à couvert fermé dont le type de couvert ne pouvait pas être établi), parce que les attributs de la carte écoforestière étaient incomplets, ont été imputées aux sous-classes de forêt selon leur proportion connue. Plus particulièrement, les estimations de la classe 110000 ont été ajoutées aux estimations des classes « Forêts de conifères à couvert fermé » (110101), « Forêts de feuillus à couvert fermé » (110102), « Forêts mixtes à couvert fermé » (110103) et « Forêts à couvert ouvert » (110200) selon leur proportion connue par rapport au total des forêts. De même, les estimations pour la classe 110100 ont été ajoutées à ceux des classes « Forêts de conifères à couvert fermé », « Forêts de feuillus à couvert fermé » et « Forêts mixtes à couvert fermé » selon leur proportion connue.

5 Présentation des résultats préliminaires

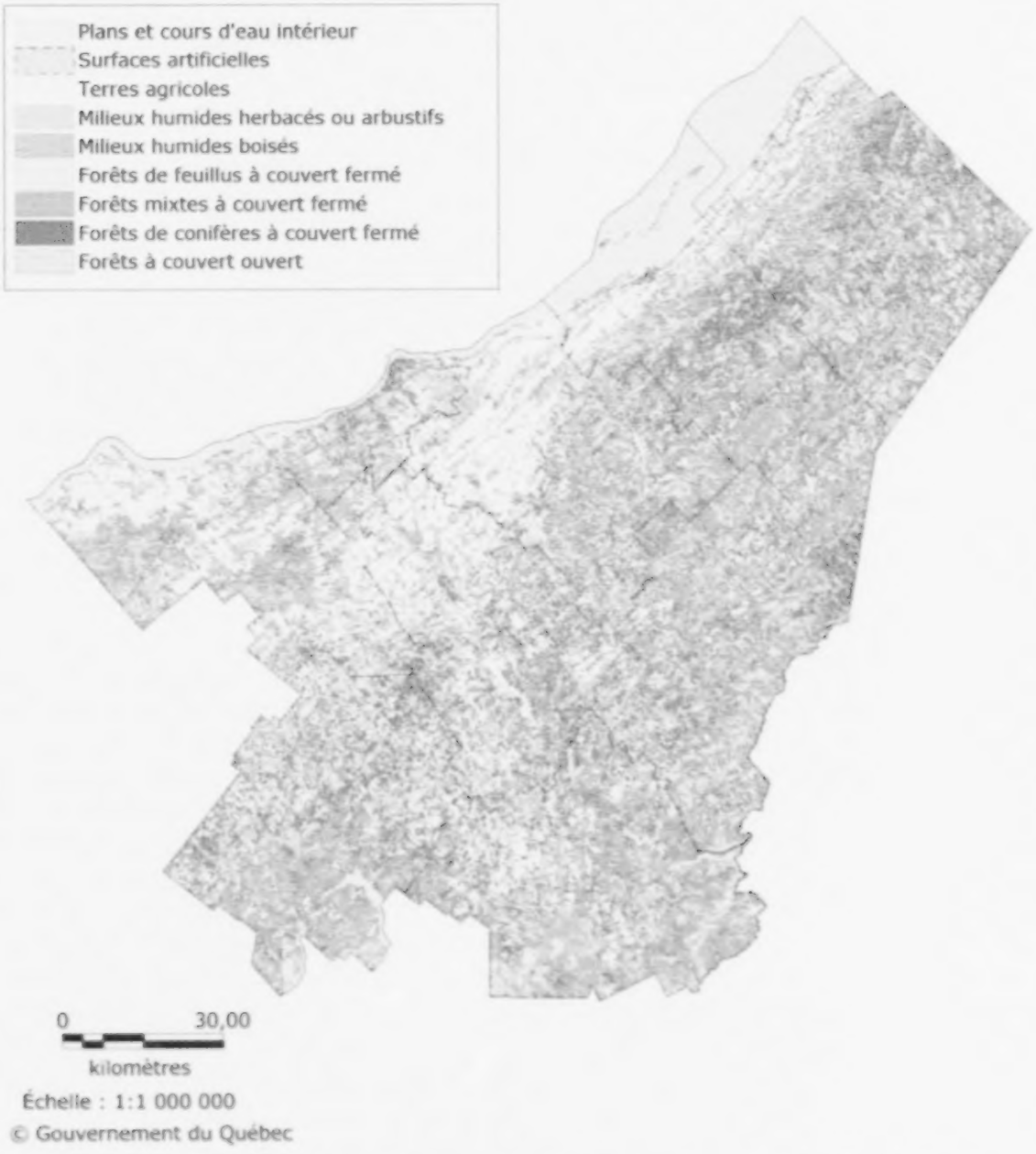
Les résultats des comptes des terres se traduisent par des cartes et des tableaux. Les cartes de couverture terrestre de ~ 2001 et ~ 2006 décrivent la couverture terrestre d'un territoire au début et à la fin de la période de référence. La carte de l'ensemble de la région de Chaudière-Appalaches pour ~ 2006, selon la classification à six chiffres et à l'échelle de 1/1 000 000, est reproduite à la figure 7. Les cartes de couverture dominante généralisent l'information des cartes de couverture terrestre à l'intérieur d'unités de grille de 25 m^2. La figure 8 montre côte à côte la carte de couverture terrestre et la carte de couverture dominante par unité de 25 m^2 pour un territoire en bordure de la rivière Chaudière, autour de Saint-Hélène-de-Breakeyville (Lévis), à l'échelle de 1/35 000, pour ~ 2006 et selon la classification à deux chiffres. L'information des cartes sert à créer les tableaux.

Les données des comptes des terres sont agrégées pour estimer la variation en superficie de chaque classe de couverture terrestre selon différents découpages du territoire. Les résultats sont regroupés à l'intérieur de deux comptes. Le compte physique de couverture terrestre compile le stock en terres au début (~ 2001) et à la fin (~ 2006) de la période, en km^2, et le changement net du stock au cours de la période, par classe de couverture. Ce compte est présenté pour la région de Chaudière-Appalaches dans son ensemble, selon la classification à six chiffres (section 5.1), et par MRC, selon la classification à deux chiffres (section 5.2). La matrice de changements de la couverture terrestre présente le changement net d'une classe de couverture terrestre par rapport à chacune des autres classes entre ~ 2001 et ~ 2006. Elle est présentée pour la région dans son ensemble, selon la classification à six chiffres (section 5.3).

Dans les trois tableaux présentés, la variation en superficie d'une couverture est résumée par le changement net, qui correspond à la différence, à l'intérieur d'un territoire, entre l'augmentation et la diminution en superficie de cette couverture. Au stade de développement actuel du projet de comptes des terres, la qualité des résultats est insuffisante pour publier séparément les augmentations et les diminutions de couverture. Les erreurs associées à ces mesures tendent à s'annuler dans le calcul du changement net (section 6.1.2). La prochaine version de la méthodologie devrait permettre l'obtention de résultats plus fiables sur les augmentations et les diminutions. Les résultats présentés sont préliminaires et seront remplacés par des résultats plus robustes dans la version ultérieure des comptes des terres (section 7).

Figure 7

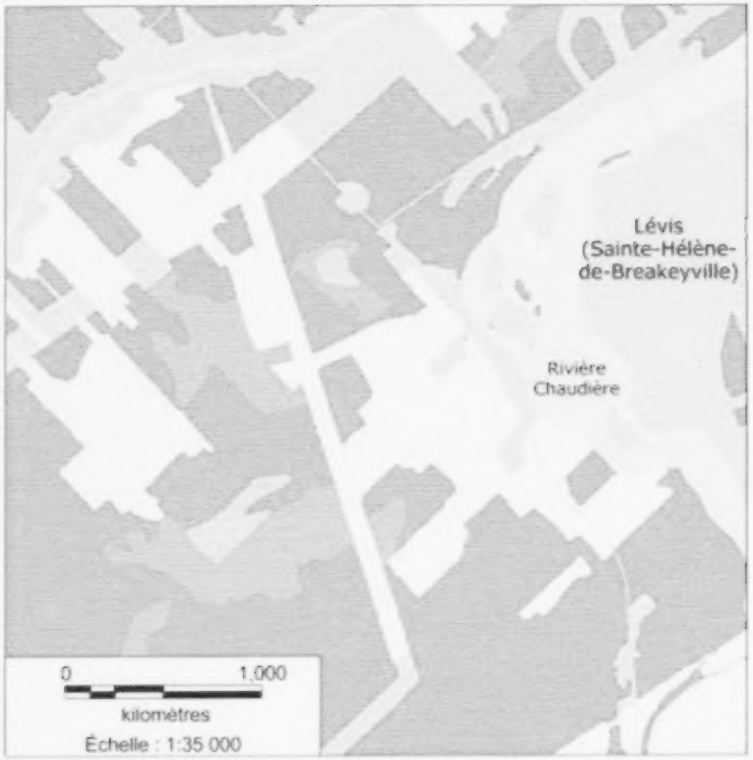
Carte de la couverture terrestre, région de Chaudière-Appalaches (~ 2006), classification à six chiffres



Sources : MFFP, MERN, Adresses Québec, Financière agricole du Québec et Statistique Canada. Information compilée et intégrée par l'Institut de la statistique du Québec.

Figure 8

Cartes de la couverture terrestre (à gauche) et de la couverture dominante par unité de 25 m^2, partie de Chaudière-Appalaches (~ 2006), classification à deux chiffres.



© Gouvernement du Québec

Sources : MFFP, MERN, Adresses Québec, Financière agricole du Québec et Statistique Canada. Information compilée et intégrée par l'Institut de la statistique du Québec.

5.1 Changements nets de couverture terrestre dans l'ensemble de la région de Chaudière-Appalaches

Les changements nets de couverture terrestre correspondent à la différence entre la superficie de chaque classe de couverture à la fin de la période (~ 2006) et leur superficie au début de la période (~ 2001) dans un territoire donné. Les stocks d'ouverture et de fermeture, ainsi que les changements nets, exprimés en km^2 et en pourcentage du stock d'ouverture, sont présentés dans le compte physique de couverture terrestre. Le tableau 5 donne les résultats pour l'ensemble de la région de Chaudière-Appalaches, selon la classification à six chiffres. Le stock total en terres ne change pas au cours de la période, puisque la délimitation de la région demeure la même. Le changement net pour une classe de couverture est positif lorsque sa superficie a globalement augmenté à l'intérieur de la région; il est négatif lorsque sa superficie a diminué.

Tableau 5

Compte physique de couverture terrestre, région de Chaudière-Appalaches (~ 2001 – ~ 2006), classification à six chiffres (résultats préliminaires)

		Classes de couverture									
		Surfaces artificielles (010000)	Terres agricoles (020000)	Milieux humides boisés (060000)	Milieux humides herbacés ou arbustifs (070000)	Plans et cours d'eau intérieure (100000)	Forêts de conifères à couvert fermé (110101)	Forêts de feuillus à couvert fermé (110102)	Forêts mixtes à couvert fermé (110103)	Forêts à couvert ouvert (110200)	Total
Stock d'ouverture (superficie ~ 2001)	km^2	507	3 394	926	343	1 053	2 176	2 695	5 032	5	**16 130**
Changement net	km^2	78	-256	-55	2	3	410	-312	133	-2	**0**
Changement net en % de 2001		15	-8	-6	1	0	19	-12	3	-50	
Stock de fermeture (superficie ~ 2006)	km^2	585	3 138	870	346	1 056	2 586	2 382	5 165	2	**16 130**

Sources : MFFP, MERN, Adresses Québec, Financière agricole du Québec et Statistique Canada. Information compilée et intégrée par l'Institut de la statistique du Québec.

Dans l'ensemble de la région, les surfaces artificielles ont augmenté d'environ 78 km^2 entre ~ 2001 et ~ 2006. Cette variation représente 15 % de la superficie de ~ 2001[80]. En contrepartie, les terres agricoles ont perdu à peu près 8 % de leur superficie au cours de cette période, ou environ 256 km^2, et les milieux humides boisés, environ 6 % ou 55 km^2. Les autres changements notables concernent les forêts, qui ont eu tendance à « s'enrésiner » : les forêts de conifères et mixtes à couvert fermé ont gagné, respectivement, environ 19 % (410 km^2) et 3 % (133 km^2), tandis que les forêts de feuillus ont perdu à peu près 12 % (312 km^2). Notons que la

80. La définition des surfaces artificielles est large : elle inclut, par exemple, des campings, des camps forestiers, des terrains défrichés, des dépotoirs, la partie déboisée des golfs et des gravières.

fourchette d'années des données écoforestières, dont l'étendue déborde de la période de référence, a pour effet de gonfler les estimations de changement des classes de couverture terrestre délimitées à l'aide de ces données (section 3.7).

5.2 Changements nets par municipalité régionale de comté (MRC)

Les estimations de changement net par MRC sont ventilées selon les classes de couverture à deux chiffres. Le compte physique de couverture terrestre par MRC montre des tendances similaires à celles qui ont cours dans l'ensemble de la région (tableau 6). Le changement net des surfaces artificielles est positif dans toutes les MRC : d'environ 1 % (inférieur à 1 km^2) dans Montmagny à environ 33 % (13 km^2) dans Lotbinière. La superficie des terres agricoles diminue : d'environ 1 % (5 km^2) dans Lotbinière à environ 18 % (68 km^2) dans Les Appalaches. La superficie des forêts augmente quelque peu ou demeure à peu près stable dans toutes les MRC. Le territoire de Lévis et la MRC de Lotbinière sont les seuls endroits où la superficie des forêts diminue un peu (respectivement de - 1 % ou - 2 km^2 et de - 1 % ou - 4 km^2). Les milieux humides boisés et les milieux humides herbacés ou arbustifs montrent des tendances plus variables entre les MRC.

Tableau 6

Compte physique de couverture terrestre, région de Chaudière-Appalaches, par MRC (~ 2001 – ~ 2006), classification à deux chiffres (résultats préliminaires)

MRC			Classes de couverture						
			Surfaces artificielles (01)	Terres agricoles (02)	Milieux humides boisés (06)	Milieux humides herbacés ou arbustifs (07)	Plans et cours d'eau intérieure (10)	Forêts (11)	Total
Beauce-Sartigan	Stock d'ouverture (superficie ~ 2001)	km²	59	363	116	18	23	1 398	**1 977**
	Changement net	km²	15	-56	6	1	-1	35	**0**
	Changement net en % de 2001		25	-15	5	5	-2	2	
	Stock de fermeture (superficie ~ 2006)	km²	74	307	122	19	23	1 433	**1 977**
Bellechasse	Stock d'ouverture (superficie ~ 2001)	km²	53	607	68	26	57	1 001	**1 812**
	Changement net	km²	3	-21	-12	0	0	30	**0**
	Changement net en % de 2001		6	-3	-18	-1	1	3	
	Stock de fermeture (superficie ~ 2006)	km²	56	586	56	25	57	1 031	**1 812**
La Nouvelle-Beauce	Stock d'ouverture (superficie ~ 2001)	km²	38	429	33	7	10	398	**915**
	Changement net	km²	8	-14	-6	0	0	12	**0**
	Changement net en % de 2001		21	-3	-19	2	1	3	
	Stock de fermeture (superficie ~ 2006)	km²	46	415	26	7	10	410	**915**
Les Appalaches	Stock d'ouverture (superficie ~ 2001)	km²	86	384	79	22	75	1 341	**1 987**
	Changement net	km²	7	-68	11	-1	1	50	**0**
	Changement net en % de 2001		8	-18	13	-5	2	4	
	Stock de fermeture (superficie ~ 2006)	km²	94	316	90	21	76	1 391	**1 987**
Les Etchemins	Stock d'ouverture (superficie ~ 2001)	km²	27	130	200	52	15	1 398	**1 822**
	Changement net	km²	5	-14	-82	26	0	65	**0**
	Changement net en % de 2001		18	-11	-41	50	-2	5	
	Stock de fermeture (superficie ~ 2006)	km²	32	116	118	78	15	1 462	**1 822**
Lévis	Stock d'ouverture (superficie ~ 2001)	km²	105	117	51	29	51	145	**498**
	Changement net	km²	15	-10	-1	-2	0	-2	**0**
	Changement net en % de 2001		15	-9	-3	-7	0	-1	
	Stock de fermeture (superficie ~ 2006)	km²	121	107	50	27	51	143	**498**
L'Islet	Stock d'ouverture (superficie ~ 2001)	km²	37	274	110	68	360	1 610	**2 459**
	Changement net	km²	5	-24	26	-8	0	1	**0**
	Changement net en % de 2001		13	-9	24	-12	0	0	
	Stock de fermeture (superficie ~ 2006)	km²	42	250	136	59	360	1 611	**2 459**
Lotbinière	Stock d'ouverture (superficie ~ 2001)	km²	38	615	153	60	90	799	**1 754**
	Changement net	km²	13	-5	7	-10	1	-4	**0**
	Changement net en % de 2001		33	-1	4	-17	1	-1	
	Stock de fermeture (superficie ~ 2006)	km²	50	611	159	49	90	794	**1 754**
Montmagny	Stock d'ouverture (superficie ~ 2001)	km²	36	225	90	59	365	1 285	**2 060**
	Changement net	km²	0	-17	-1	-4	1	21	**0**
	Changement net en % de 2001		1	-8	-1	-7	0	2	
	Stock de fermeture (superficie ~ 2006)	km²	37	208	88	55	367	1 305	**2 060**
Robert-Cliche	Stock d'ouverture (superficie ~ 2001)	km²	26	249	27	3	7	533	**846**
	Changement net	km²	7	-28	-2	2	0	22	**0**
	Changement net en % de 2001		26	-11	-8	74	4	4	
	Stock de fermeture (superficie ~ 2006)	km²	33	221	25	4	7	555	**846**

Sources : MFFP, MERN, Adresses Québec, Financière agricole du Québec et Statistique Canada. Information compilée et intégrée par l'Institut de la statistique du Québec.

5.3 Direction des changements nets de couverture terrestre

La direction des changements de couverture terrestre peut être représentée à l'aide d'une carte des changements de couverture terrestre. Cette carte est construite à partir du code de changement qui identifie la transition d'une classe de couverture à une autre pour chaque unité spatiale de 25 m^2 (section 4.5). La figure 9 montre cette carte pour le territoire autour de Saint-Hélène-de-Breakeyville (Lévis) à l'échelle de 1/35 000 pour ~ 2006 selon la classification à deux chiffres. Cette carte présente toutes les transitions, soit les augmentations et les diminutions de chaque classe de couverture par rapport à toutes les autres classes. La direction du changement net ne peut pas être représentée spatialement, car il correspond à la différence arithmétique entre les augmentations et les diminutions.

Figure 9
Carte des changements de la couverture terrestre dominante par unité de 25 m^2

Note : La couleur à l'intérieur des cellules représente la couverture observée ~ 2001 et celle du contour, la couverture observée ~ 2006.

Sources : MFFP, MERN, Adresses Québec, Financière agricole du Québec et Statistique Canada. Information compilée et intégrée par l'Institut de la statistique du Québec.

La direction du changement net entre ~ 2001 et ~ 2006 est représentée dans une matrice de changements de la couverture terrestre pour l'ensemble de la région de Chaudière-Appalaches. Cette matrice a été obtenue par la différence entre la matrice des augmentations et la matrice des diminutions. Les estimations de changement net sont positives ou négatives selon qu'une

couverture a été formée au détriment d'une autre ou selon qu'elle est disparue au profit d'une autre (tableau 7). Comme l'indique la première ligne, des 78 km^2 gagnés par les surfaces artificielles dans la région, environ 45 km^2 l'ont été au détriment des terres agricoles, environ 18 km^2 au détriment des forêts mixtes à couvert fermé et environ 9 km^2 au détriment des forêts de conifères à couvert fermé. La matrice de changements est symétrique : les terres agricoles ont perdu environ 45 km^2 au profit des surfaces artificielles et, respectivement, à peu près 163 km^2, 10 km^2 et 35 km^2 au profit des forêts de conifères, de feuillus et mixtes à couvert fermé. Le total d'une ligne est égal au changement net qui apparaît dans le compte physique de couverture terrestre (tableau 5).

Tableau 7

Matrice de changements de la couverture terrestre, région de Chaudière-Appalaches (~ 2001 – ~ 2006), classification à six chiffres (résultats préliminaires)

		Changements nets à partir d'autres couvertures (km^2)										
	Stock d'ouverture (superficie ~ 2001)	Surfaces artificielles (010000)	Terres agricoles (020000)	Milieux humides boisés (060000)	Milieux humides herbacés ou arbustifs (070000)	Plans et cours d'eau intérieure (100000)	Forêts de conifères à couvert fermé (110101)	Forêts de feuillus à couvert fermé (110102)	Forêts mixtes à couvert fermé (110103)	Forêts à couvert ouvert (110200)	Changement net	Stock de fermeture (superficie ~ 2006)
Surfaces artificielles	**507**		45	5	2	-2	9	2	18	0	**78**	**585**
Terres agricoles	**3 394**	-45		4	-6	-1	-163	-10	-35	0	**-256**	**3 138**
Milieux humides boisés	**926**	-5	-4		10	1	-51	-3	-4	0	**-55**	**870**
Milieux humides herbacés ou arbustifs	**343**	-2	6	-10		1	-4	3	9	0	**2**	**346**
Plans et cours d'eau intérieure	**1 053**	2	1	-1	-1		0	0	1	0	**3**	**1 056**
Forêts de conifères à couvert fermé	**2 176**	-9	163	51	4	0		38	163	1	**410**	**2 586**
Forêts de feuillus à couvert fermé	**2 695**	-2	10	3	-3	0	-38		-283	0	**-312**	**2 382**
Forêts mixtes à couvert fermé	**5 032**	-18	35	4	-9	-1	-163	283		1	**133**	**5 165**
Forêts à couvert ouvert	**5**	0	0	0	0	0	-1	0	-1		**-2**	**2**

Note : L'arrondissement des nombres fait que le changement net n'est pas toujours égal à la somme des lignes.

Sources : MFFP, MERN, Adresses Québec, Financière agricole du Québec et Statistique Canada. Information compilée et intégrée par l'Institut de la statistique du Québec.

Cinq tendances se dégagent quant aux phénomènes de changement de couverture terrestre entre ~ 2001 et ~ 2006 dans la région de Chaudière-Appalaches : l'enrésinement des forêts (feuillus et mixtes) a eu lieu sur environ 484 km^2 (après déduction de la superficie où la transition inverse s'est produite); l'afforestation (ou « l'enfrichement ») a touché environ 208 km^2 de terres

agricoles; l'étalement urbain sur terres agricoles s'est produit sur environ 45 km^2; l'étalement urbain sur surfaces naturelles terrestres (total des milieux humides et des forêts), sur à peu près 36 km^2. Puisque la définition des surfaces artificielles est large, la perte de surfaces naturelles au profit des surfaces artificielles survient à plusieurs occasions : par exemple, on considère que la construction d'une ligne de transport d'énergie amène la perte de milieux naturels.

De plus, les terres agricoles ont gagné environ 4 km^2 au détriment des milieux humides boisés et perdu environ 6 km^2 au profit des milieux humides herbacés ou arbustifs. Une partie des terres agricoles perdues correspond probablement à des terres abandonnées qui se seraient peu à peu transformées en friches. Ces terrains devaient à l'origine avoir été des milieux humides drainés pour être convertis à l'agriculture. L'abandon des terres agricoles aurait amené l'arrêt du drainage et une remontée des nappes phréatiques, d'où l'apparition de milieux humides herbacés ou arbustifs. Ce phénomène est essentiellement observé en périphérie des zones urbaines où semble exister une demande de terrains pour le développement résidentiel ou industriel[81].

81. Marcel Darveau, Canards illimités, communication personnelle.

6 Examen des résultats

L'examen qui a été réalisé visait à obtenir une appréciation sommaire de la fiabilité, de la précision et de la robustesse des résultats. L'analyse a porté principalement sur les estimations de changement net de couverture terrestre, objet central du projet de comptes des terres. La qualité des résultats obtenus dépend des données et de la méthodologie. Dans un premier temps, les résultats ont été soumis à une analyse qualitative, incluant un exercice de comparaison avec des résultats d'autres études (section 6.1). Dans un deuxième temps, l'effet de l'utilisation d'une grille a été examiné. Bien qu'elle amène de nombreux avantages, la grille introduit un biais dans la mesure des changements de couverture terrestre qui peut être quantifié (section 6.2).

6.1 Analyse qualitative de la fiabilité et de la précision des résultats

L'analyse qualitative des résultats permet de juger sommairement de leur fiabilité et de leur précision. Les facteurs d'erreur ou d'imprécision qui affectent les résultats sont d'abord décrits. Ces facteurs ont alimenté l'analyse des augmentations et des diminutions du stock par classe de couverture terrestre qui composent les estimations de changement net. Ils ont aussi permis d'éclairer partiellement la comparaison des estimations de superficie et de changement de couverture terrestre avec les résultats d'autres études. L'analyse présentée ne sert pas à quantifier la marge d'erreur des résultats. Une étude à venir à l'ISQ prévoit l'estimation de la marge d'erreur.

6.1.1 Facteurs d'erreur ou d'imprécision

Trois principaux facteurs d'erreur ou d'imprécision découlent des données utilisées et de la méthodologie. D'abord, les jeux de données ne représentent pas tous l'année 2001 ou 2006. L'ensemble des données utilisées donne lieu à des fourchettes d'années qui s'étendent de 1990 à 2003 pour la carte de couverture terrestre de ~ 2001 et de 2003 à 2007 pour la carte de couverture de ~ 2006 (section 3.7). La période effective entre les deux cartes peut être de 17 ans dans certains secteurs de Lotbinière et des Appalaches. De façon générale, l'étendue des fourchettes a pour effet de gonfler la mesure des changements de couverture terrestre par rapport aux changements véritables qui se sont produits au cours de la période de référence, spécialement en ce qui a trait aux milieux humides et aux forêts, délimités à l'aide des données écoforestières.

Le deuxième facteur d'erreur ou d'imprécision découle de l'évolution technologique entre le 3e et le 4e inventaire écoforestier. La technologie numérique a rendu plus précise la délimitation des terrains. Par exemple, alors que la carte du 3e inventaire montre le centre de ski du Massif du Sud, dans la MRC de Bellechasse, comme un polygone compact qui englobe toute la montagne, le 4e inventaire délimite chacune des pistes. Ainsi, des zones classées comme surfaces artificielles dans la carte de couverture terrestre de ~ 2001 « disparaissent » pour faire place aux boisés intercalés entre les pistes sur la carte de ~ 2006. De fait, l'édition des contours dans le cadre du 4e inventaire mène à la mesure de changements qui peuvent en réalité ne pas

avoir eu lieu[82]. Elle peut donner lieu à des transitions improbables, comme l'augmentation de la superficie des forêts au détriment de surfaces artificielles.

L'erreur engendrée par la redéfinition des polygones dans le cadre du 4e inventaire se pose dans les deux directions : des terrains captés par la cartographie du 4e inventaire et déjà présents ~ 2001 auraient pu échapper à celle du 3e inventaire, donnant l'impression « d'apparaître » ~ 2006. L'évolution technologique entre le 3e et le 4e inventaire fait donc gonfler la mesure des transitions dans les deux directions. De fait, les erreurs opposées associées aux augmentations et aux diminutions peuvent s'annuler dans les estimations de changement net. Cependant, elles peuvent rendre ces estimations imprécises, d'autant plus que le territoire considéré est petit. Ces erreurs justifient que seul le changement net est rapporté dans les résultats.

Les règles de prédominance du modèle décisionnel (figure 6, p. 51) sont une troisième cause d'erreur. Notamment, puisque les polygones des terres agricoles de la BDCG prédominent sur les polygones de zones habitées et puisque la résolution de ces derniers est moins grande, des polygones agricoles qui n'existaient pas dans la BDCG de 2003 (carte de ~ 2001) peuvent couvrir en partie, dans la carte de couverture terrestre de ~ 2006, des polygones de zones habitées qui prédominaient dans la carte de ~ 2001. Ce facteur amène une augmentation des terres agricoles au détriment des surfaces artificielles, ce qui est une transition improbable. Les facteurs d'erreur ou d'imprécision aident à comprendre les constats relatifs à l'analyse des augmentations et des diminutions du stock par classe de couverture terrestre ainsi que l'analyse comparative par rapport aux résultats d'autres études.

6.1.2 Analyse des augmentations et des diminutions du stock par classe de couverture terrestre

Le changement net des différentes classes de couverture terrestre a été décomposé en ses deux constituants (l'augmentation et la diminution du stock) afin d'évaluer de façon qualitative l'imprécision dans la mesure des changements de couverture terrestre. La figure 10 montre les augmentations avant soustraction des diminutions selon la classification à deux chiffres. Les barres grises représentent les diminutions correspondantes. Le graphique montre que certaines transitions sont très fréquentes dans les deux directions, par exemple celles entre les milieux humides boisés et les forêts. D'autres sont rares, notamment celles relatives aux plans et aux cours d'eau intérieure.

Le graphique met en évidence la grande fréquence de certaines transitions, et ce dans les deux directions (augmentations et diminutions). Ces transitions fréquentes se rapportent aux classes de couverture terrestre issues (ou en partie issues) des cartes écoforestières (surfaces artificielles, terres agricoles, milieux humides et forêts) : par exemple, environ 348 km^2 de terres agricoles (ou 10 % de leur superficie ~ 2001) seraient devenues des forêts entre ~ 2001 et ~ 2006 dans Chaudière-Appalaches et environ 140 km^2 de forêts (1 % de leur superficie ~ 2001) seraient devenues des terres agricoles (pour une diminution nette des terres agricoles au profit des forêts); 461 km^2 de milieux humides boisés (50 % de leur superficie ~ 2001) se seraient changés en forêts

---

82. De plus, un décalage entre les cartes écoforestières du 3e et du 4e inventaire a été observé par endroits. C'est le cas, par exemple, de lignes de transport d'énergie dans la MRC des Appalaches, dont le contour peut être décalé de quelque 50 mètres d'une carte à l'autre. Ce décalage se produit lorsque la carte du 3e inventaire est replacée dans l'espace de travail du 4e inventaire, notamment là où les repères manquaient pour référencer les photos lors du 3e inventaire (MFFP, communication personnelle).

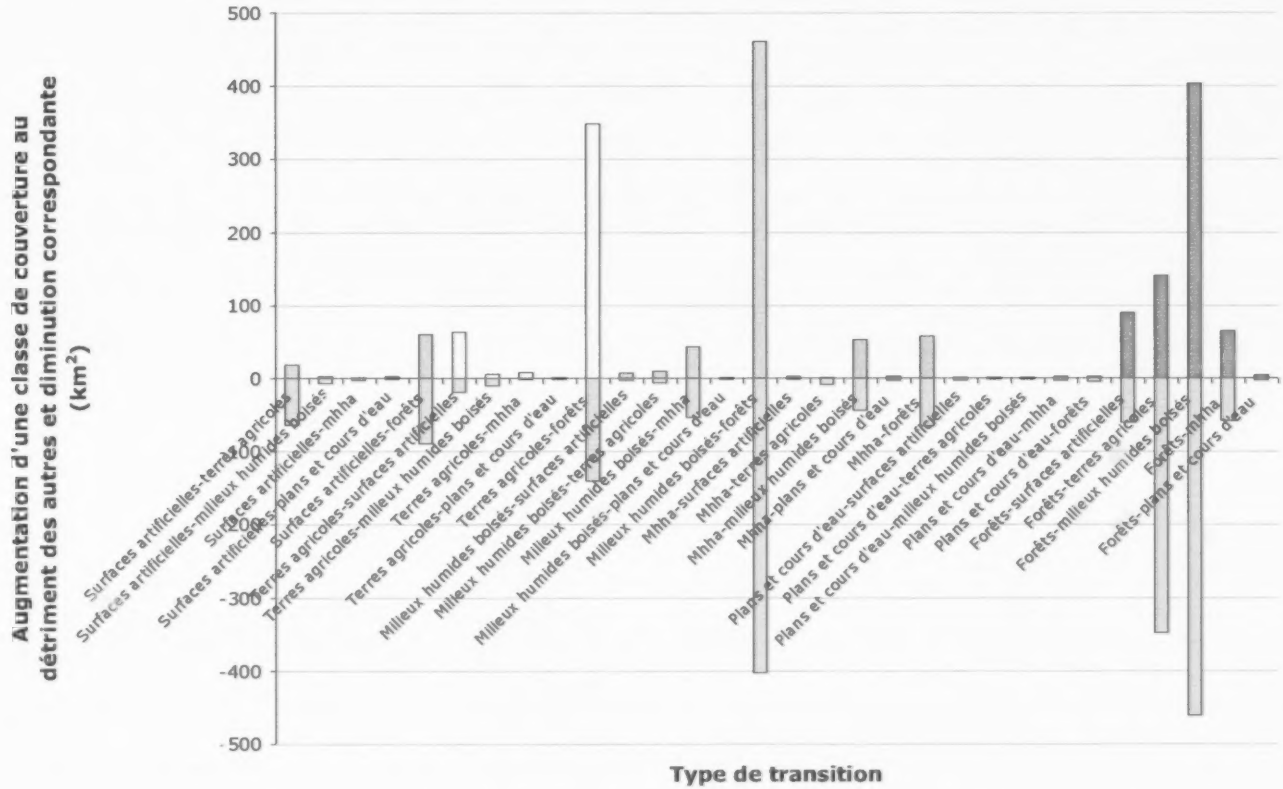
et 403 km^2 de forêts (4 % de leur superficie ~ 2001), en milieux humides boisés; 53 km^2 de milieux humides herbacés ou arbustifs (16 %) seraient devenus des milieux humides boisés et 43 km^2 de milieux humides boisés (5 %), des milieux humides herbacés ou arbustifs.

Certaines transitions sont peu probables. C'est le cas de la transformation des surfaces artificielles en surfaces naturelles (milieux humides, plans et cours d'eau et forêts) ou en terres agricoles : sur l'ensemble du territoire de la région, environ 61 km^2 de surfaces artificielles (ou 12 % de leur superficie ~ 2001) seraient devenues des forêts entre ~ 2001 et ~ 2006 et environ 19 km^2 (ou 4 %), des terres agricoles. Les surfaces artificielles auraient également perdu environ 2 km^2 au profit, respectivement, des milieux humides boisés, des milieux humides herbacés ou arbustifs et des plans et des cours d'eau intérieure. À noter que la définition des surfaces artificielles rend possibles ces transitions. Autrement dit, telles qu'elles sont définies, les surfaces artificielles ne représentent pas un état irréversible. Elles correspondent notamment aux milieux fortement et faiblement perturbés par l'activité humaine de la carte écoforestière, qui incluent par exemple, des campings, des camps forestiers, des terrains défrichés, des dépotoirs, la partie déboisée des golfs et des gravières.

Le pourcentage de l'erreur contenue dans la mesure des augmentations et des diminutions n'est pas connu. L'évolution technologique entre le 3^e et le 4^e inventaire écoforestier et les règles de prédominance du modèle décisionnel expliquent en partie les erreurs inhérentes aux augmentations et aux diminutions de couverture terrestre. L'imprécision résultante des estimations de changement net serait plus grande à l'échelle de la MRC. En effet, certains des changements nets enregistrés à cette échelle paraissent trop grands au regard de la période de référence de cinq ans. Par exemple, le changement net des surfaces artificielles est supérieur à 20 % dans Beauce-Sartigan, La Nouvelle-Beauce, Lotbinière et Robert-Cliche. Les changements nets relatifs aux milieux humides estimés par MRC sont aussi élevés (tableau 6, p. 62). Ces mesures s'expliquent en partie par l'étendue des fourchettes d'années représentées dans les cartes de couverture terrestre. L'erreur relative aux estimations de changement sera réduite dans la prochaine version des comptes des terres (section 7).

Figure 10

Augmentations et diminutions du stock selon la transition d'une classe de couverture terrestre à chacune des autres classes, région de Chaudière-Appalaches (~ 2001 – ~ 2006), classification à deux chiffres



Note : Les barres colorées de l'histogramme (moitié supérieure) représentent les augmentations par type de transition. Par exemple, la barre colorée correspondant à la transition « surfaces artificielles-terres agricoles » exprime le nombre de km² de surfaces artificielles en 2001 devenues terres agricoles en 2006. Les barres grises (moitié inférieure de l'histogramme) représentent les diminutions : celle de la transition « surfaces artificielles-terres agricoles » exprime le nombre de km² de terres agricoles devenues surfaces artificielles. Le sigle « mhha » remplace le nom des milieux humides herbacés ou arbustifs.

Sources : MFFP, MERN, Adresses Québec, Financière agricole du Québec et Statistique Canada. Information compilée et intégrée par l'Institut de la statistique du Québec.

6.1.3 Analyse comparative par rapport aux résultats d'autres études

Afin de situer les résultats des comptes des terres par rapport à ceux d'autres études, une analyse comparative a été effectuée. Des résultats rapprochés augmentent la confiance en la fiabilité des résultats des études comparées. L'analyse comparative a été réalisée en quatre temps : les tendances de changement de couverture terrestre estimées par Jobin et autres (2007) pour une période antérieure ont été comparées aux estimations de changement des comptes des terres; la variation de population, aux changements des surfaces artificielles; les données du Recensement de l'agriculture, aux changements des terres agricoles; enfin, les résultats de Pellerin et Poulin (2013) et les données de la carte détaillée des milieux humides de Lotbinière, aux résultats relatifs aux milieux humides. Des écarts entre les résultats des différentes études sont attendus, compte tenu des particularités méthodologiques de chacune. En effet, les études peuvent différer au regard des sources de données, des concepts, des méthodes, etc.

Tendances de changement par rapport aux tendances passées

Les tendances de changement de la couverture terrestre de ~ 2001 à ~ 2006 ont été comparées aux résultats de Jobin et autres (2007), qui portent sur la décennie précédente. Conformément à un développement du territoire qui évoluerait de façon stable dans le temps, l'hypothèse sous-jacente est que les tendances ne devraient pas être trop différentes entre les deux périodes. Jobin et autres, dans un rapport du Service canadien de la faune paru en 2007, dressent le compte de « l'occupation du sol » dans le Québec méridional à partir de la classification d'images Landsat-TM acquises autour de 1993 et de 2001. Les images sont classifiées selon 25 « catégories d'occupation du sol », réunies en 10 « classes d'habitat » : anthropique, cultures annuelles, cultures pérennes, eau, feuillus, mélangé, résineux, régénération et coupe-brûlis. Les changements de l'occupation du sol sont mesurés par MRC[83].

Selon Jobin et autres, la superficie anthropique a diminué de 2 % dans l'ensemble de la région entre 1993 et 2001. En comparaison, les surfaces artificielles ont augmenté d'environ 15 % entre ~ 2001 et ~ 2006 selon les comptes des terres (tableau 5, p. 60). Jobin et autres estiment la diminution de la superficie des cultures (total des deux classes de cultures) à 3 % de 1993 et 2001, tandis que la présente étude arrive à une diminution des terres agricoles d'environ 8 % de ~ 2001 à ~ 2006. La superficie des forêts a augmenté de 1 % entre 1993 et 2001 selon Jobin et autres et d'environ 2 % entre ~ 2001 et ~ 2006 d'après les comptes des terres. De plus, Jobin et autres concluent à « l'enrésinement » des forêts[84] : la superficie des forêts de résineux aurait doublé entre 1993 et 2001 et celle des forêts de feuillus et mélangées, diminué respectivement de 12 % et 41 %. Ce phénomène se poursuivait entre ~ 2001 et ~ 2006, car d'après les comptes des terres, les forêts de conifères et mixtes ont augmenté de 19 % et de 3 % et celles de feuillus, diminué de 12 %.

La figure 11 illustre la comparaison des résultats par MRC. Les estimations des comptes des terres et celles de Jobin et autres présentent des tendances rapprochées par MRC dans le cas des terres agricoles et des forêts. Pour ce qui est des terres agricoles, les estimations des comptes des terres suggèrent une plus grande diminution que celles de Jobin et autres dans toutes les MRC, sauf dans Les Etchemins. Aussi, les estimations des comptes des terres montrent une plus

---

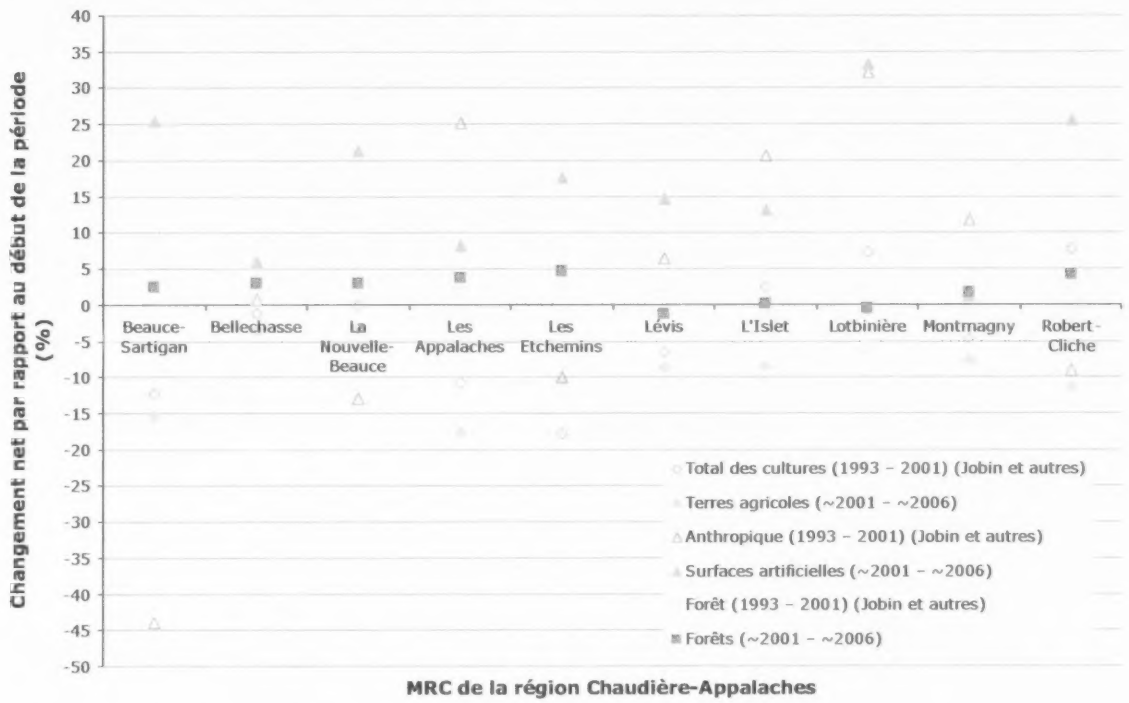
83. JOBIN et autres (2007). La cartographie des milieux humides de Jobin et autres est la même pour 1993 et 2001. Par conséquent, ils ne mesurent pas les changements de couverture relatifs aux milieux humides.
84. *Ibid.*, p. i.

grande augmentation (ou une plus petite diminution) des forêts que celles de Jobin et autres dans toutes les MRC, sauf dans Beauce-Sartigan et dans Lévis. L'écart entre les estimations de variation par MRC des deux études est le plus grand pour les surfaces artificielles.

La ressemblance dans les tendances par MRC entre les deux études en ce qui a trait aux terres agricoles et aux forêts renforce la confiance dans les estimations. Le sens quasi systématique des écarts entre les estimations de variation des deux études implique soit une accentuation réelle des tendances d'une décennie à l'autre, soit une différence dans la définition ou dans la délimitation des classes, ou encore un biais dans les résultats de l'une des études[85]. Il est probable que l'amplitude de la période entre les deux inventaires écoforestiers contribue à accentuer les changements nets des comptes des terres, notamment pour ce qui est des forêts. En ce qui concerne les surfaces artificielles, il est possible qu'une différence de définition rende incomparables les estimations des deux études.

Figure 11

Comparaison des mesures de changement des surfaces artificielles, des terres agricoles et des forêts des comptes des terres (~ 2001 – ~ 2006) avec les mesures de variation de Jobin et autres (1993 – 2001), région de Chaudière-Appalaches, par MRC



Note : Les MRC sont placées en ordre alphabétique.

Sources : Jobin et autres (2007), Savoie (2002), MFFP, MERN, Financière agricole du Québec et Statistique Canada. Information compilée et intégrée par l'Institut de la statistique du Québec.

---

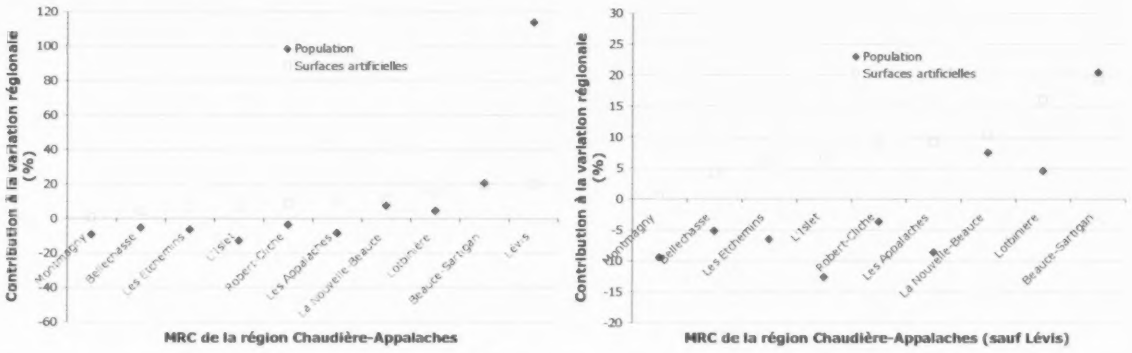
85. Pour 1993, la classification des images satellites est précise à 86 %, en moyenne. Voir JOBIN et autres (2007), p. 6 et 18-19. Pour une même précision de la classification en 2001, la précision des estimations de changement serait en moyenne de 74 %, soit la multiplication par deux de 86 %.

Surfaces artificielles et population

Le changement net des surfaces artificielles par MRC a été examiné en relation avec les données de population[86]. Dans une certaine mesure, une population qui croît plus vite pourrait conduire à un développement plus rapide des surfaces artificielles du territoire qu'elle occupe. Cependant, l'activité commerciale et industrielle ou l'augmentation du nombre de résidences secondaires pourraient aussi expliquer le développement des surfaces artificielles. Dans l'ensemble de la région, la population a augmenté de 1,6 % entre 2001 et 2006, alors que les surfaces artificielles ont augmenté d'environ 15 % à peu près au cours de la même période. Ces taux varient selon les MRC. Pour rendre la comparaison entre les tendances des surfaces artificielles et celles de la population plus intelligible, la contribution de chaque MRC à la variation régionale est calculée pour les deux variables (figure 12).

Figure 12

Comparaison de la contribution de chaque MRC à la variation régionale de la population (2001 – 2006) et à la variation régionale des surfaces artificielles (~ 2001 – ~ 2006), région de Chaudière-Appalaches



Note : Les MRC ont été ordonnées selon leur contribution à la variation des surfaces artificielles.

Sources : ISQ, MFFP, MERN et Statistique Canada. Information compilée et intégrée par l'ISQ.

Le rapport entre la variation de population et le changement net des surfaces artificielles est assez cohérent : la contribution d'une MRC à l'augmentation des surfaces artificielles dans la région tend à être plus grande lorsque sa contribution à la variation de population est plus grande. Les quatre MRC où le changement net des surfaces artificielles est supérieur à 20 % (Beauce-Sartigan, La Nouvelle-Beauce, Lotbinière et Robert-Cliche; tableau 6, p. 62) sont celles qui, après Lévis, contribuent le plus – ou le moins négativement – à la variation de population. Lévis contribue à 114 % de la variation de population[87], mais à 20 % de celle des surfaces artificielles, ce qui pourrait s'expliquer par la densification des surfaces artificielles. L'Islet et Les Appalaches, dont la contribution à la variation des surfaces artificielles est, respectivement, d'environ 6 % et 9 % malgré une contribution de - 13 % et de - 9 % à la variation de population,

86. Les données de population proviennent de l'ISQ et de Statistique Canada.

87. La contribution d'une MRC à la variation régionale de population peut être plus grande que 100 %, car la population diminue dans certaines MRC, ce qui leur confère une contribution négative à la variation régionale. Le total des contributions est égal à 100 %.

sont des cas de figure opposés à celui de Lévis. La construction de résidences secondaires ou l'activité économique pourraient expliquer l'expansion des surfaces artificielles dans ces MRC.

Terres agricoles et Recensement de l'agriculture

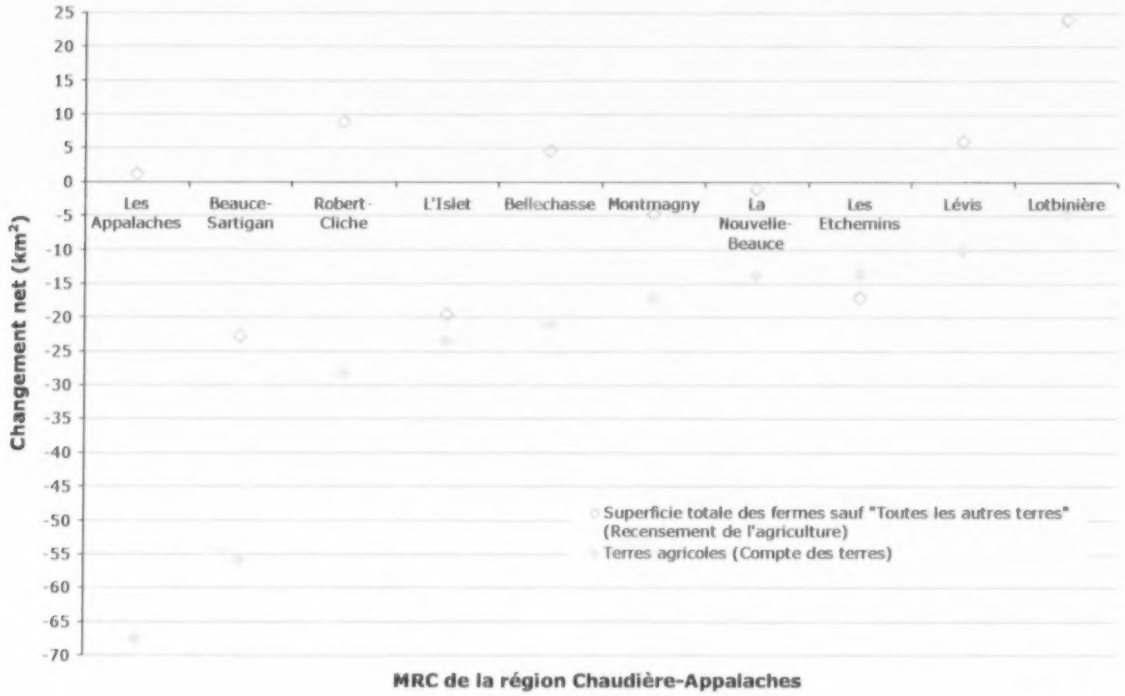
Le changement net des terres agricoles a été analysé à l'aide des données du Recensement de l'agriculture de 2001 et de 2006 de Statistique Canada. Les données du Recensement de l'agriculture sont recueillies par un questionnaire envoyé aux exploitations agricoles[88]. L'hypothèse sous-jacente est que les variations en superficie des terres agricoles par MRC pour la période ~ 2001 – ~ 2006 estimées à partir des comptes des terres et à l'aide des données du Recensement sont rapprochées. Le Recensement de l'agriculture subdivise la « Superficie totale des fermes » selon l'utilisation des terres : terres en culture (excluant les arbres de Noël), terres en jachère, pâturages cultivés ou ensemencés, terres naturelles pour le pâturage et « Toutes les autres terres ». L'analyse exclut la catégorie « Toutes les autres terres », car elle comprend, notamment, les terres boisées et humides, la superficie en arbres de Noël et les bâtiments.

Dans toutes les MRC, la superficie de terres agricoles des comptes des terres est supérieure à la « Superficie totale des fermes » sauf « Toutes les autres terres » du Recensement. De fait, l'interprétation des terres agricoles de la cartographie écoforestière inclut tous les terrains qui ont l'aspect d'un champ, y compris ceux hors exploitations agricoles. Dans tout Chaudière-Appalaches, l'estimation de superficie des comptes des terres dépasse celle du Recensement de 22 % pour ~ 2001 et de 13 % pour ~ 2006. De plus, la comparaison des estimations de variation révèle des écarts importants pour certaines MRC (figure 13). L'écart est le plus grand dans la MRC des Appalaches, où il atteint près de 70 km^2. Les comptes des terres mesurent une plus grande perte nette des terres agricoles dans toutes les MRC, sauf dans Les Etchemins.

88. Une exploitation agricole doit générer des produits agricoles dans l'intention de les vendre. STATISTIQUE CANADA, *Terminologie du recensement*, [En ligne]. [http://www.statcan.gc.ca/pub/95-640-x/2012005-fra.htm] (Consulté le 4 avril 2014).

Figure 13

Comparaison du changement net des terres agricoles estimé à l'aide du Recensement de l'agriculture (2001 – 2006) et à l'aide des comptes des terres (~ 2001 – ~ 2006), région de Chaudière-Appalaches, par MRC



Note : Les MRC ont été ordonnées selon le changement net des terres agricoles estimé à l'aide des comptes des terres.

Sources : MFFP, MERN, Financière agricole du Québec et Statistique Canada. Information compilée et intégrée par l'Institut de la statistique du Québec.

La comparaison des données ventilées selon qu'elles représentent des terres en culture ou des pâturages permet de clarifier l'analyse. Les superficies agricoles tirées de la BDCG, qui forment la partie des terres agricoles des comptes des terres assurée auprès de la Financière, correspondent au sous-ensemble des terres en culture du Recensement. La figure 14 montre que, à l'exception de La Nouvelle-Beauce, la variation des superficies agricoles assurées est proche de celle des terres en culture du Recensement. Les terres agricoles issues de la carte écoforestière, lorsqu'on leur enlève les superficies agricoles de la BDCG, correspondent plus ou moins aux pâturages du Recensement. La variation des terres agricoles qui proviennent de la carte écoforestière et celle des pâturages cultivés ou ensemencés et des terres naturelles pour le pâturage du Recensement ne sont pas si proches.

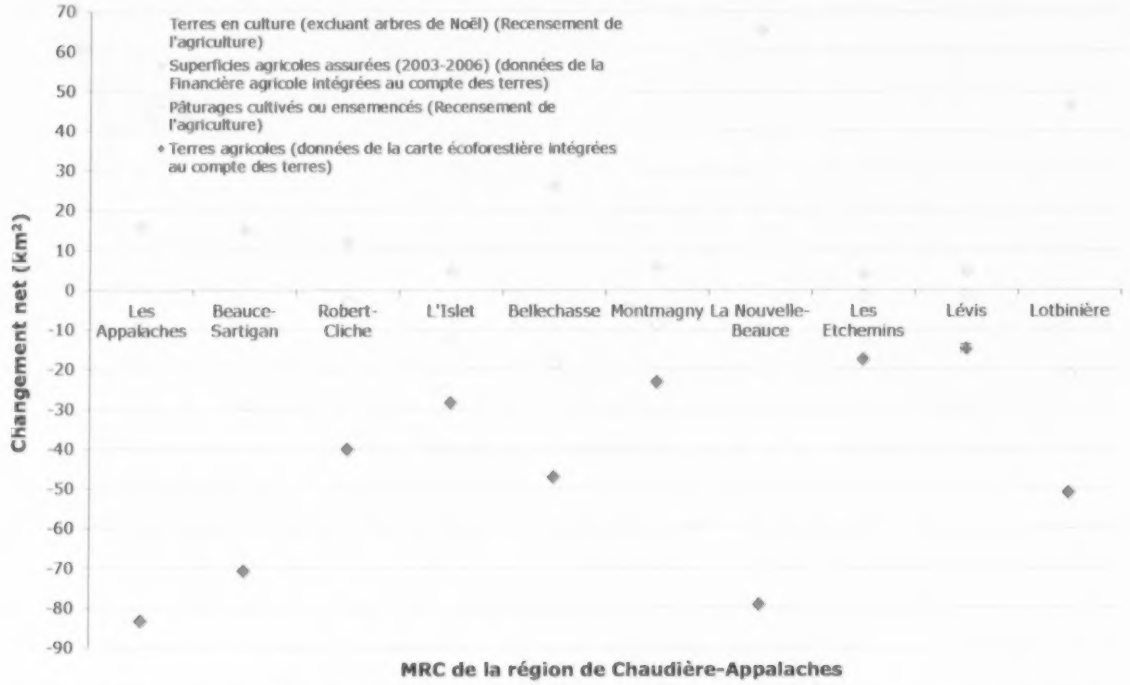
La diminution des terres agricoles mesurée à partir des données écoforestières est plus grande que celle des pâturages mesurée à partir du Recensement dans toutes les MRC. Les MRC des Appalaches et de La Nouvelle-Beauce sont celles dont la variation des terres agricoles au sens de la carte écoforestière présente l'écart le plus grand par rapport à la variation des pâturages du Recensement. L'ampleur de la période qui sépare les deux inventaires écoforestiers pourrait expliquer en partie cet écart, notamment dans Les Appalaches (section 6.1.1). Par ailleurs, la

MRC des Appalaches, qui est à dominance forestière, correspond au territoire où la perte nette de terres agricoles est la plus importante dans la région, soit d'environ 18 % (tableau 6, p. 62) : une partie des champs hors exploitations agricoles serait disparue au profit de la forêt environnante.

Pour ce qui est de La Nouvelle-Beauce, la diminution de près de 80 km^2 des terres agricoles issues de la carte écoforestière est le reflet de l'augmentation de 65 km^2 des superficies agricoles assurées. Cet effet de miroir découle de la prépondérance des données de la BDCG par rapport aux données écoforestières selon le modèle décisionnel des comptes des terres (figure 6, p. 51) et pourrait signifier que des pâturages ont été convertis en superficies cultivées. Les écarts observés entre les estimations de variation obtenues à partir des comptes des terres et celles qui découlent des données du Recensement ne sont pas surprenantes, compte tenu des différences de concept et de méthodes entre les sources de données.

Figure 14

Comparaison du changement net des terres agricoles en culture et des pâturages estimé à l'aide du Recensement de l'agriculture (2001 – 2006) et à l'aide des comptes des terres (~ 2001 – ~ 2006), région de Chaudière-Appalaches, par MRC



Note : Les MRC sont ordonnées selon l'ordre de la figure précédente. Les terres en jachère ne sont pas représentées, parce que leur superficie est négligeable pour l'analyse.

Sources : MFFP, MERN, Financière agricole du Québec et Statistique Canada. Information compilée et intégrée par l'Institut de la statistique du Québec.

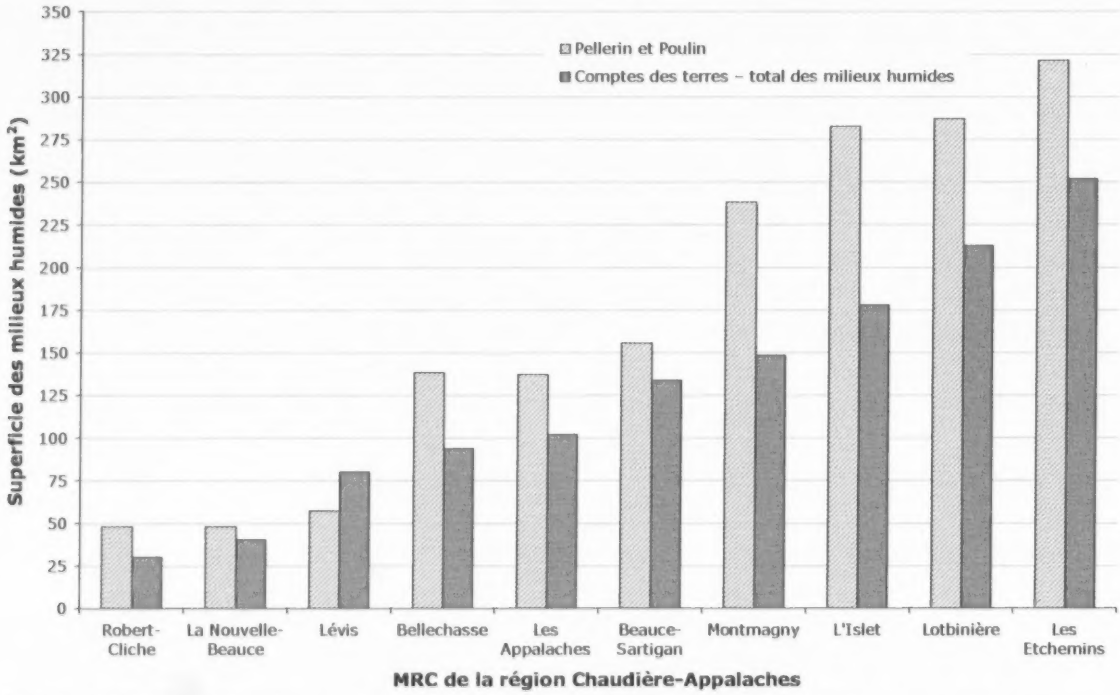
Milieux humides : différentes études

Les milieux humides présentent un défi de cartographie spécialement grand. Selon Pellerin et Poulin (2013 : 16), « [aucun produit] ne peut prétendre représenter fidèlement les limites des milieux humides, puisqu'il s'agit d'entités dynamiques dont les superficies peuvent fluctuer dans le temps. » Les données des comptes des terres relatives aux milieux humides, issues de la carte écoforestière, ont été comparées aux résultats de Pellerin et Poulin et à la carte détaillée des milieux humides de la MRC de Lotbinière. À partir de produits de différentes sources, Pellerin et Poulin ont établi un bilan de la superficie des milieux humides pour le Québec. La carte des milieux humides potentiels de 2008 du MDDELCC, qui inclut la cartographie du 3e inventaire écoforestier, et la carte détaillée des milieux humides de Lotbinière ont servi à représenter les milieux humides de la région de Chaudière-Appalaches.

Pellerin et Poulin estiment à 1 713 km^2 le couvert de milieux humides dans Chaudière-Appalaches, ou à près de 11 % du territoire. Par comparaison, la somme des superficies de milieux humides boisés et de milieux humides herbacés ou arbustifs estimées à l'aide des comptes des terres pour ~ 2001 donne une superficie d'environ 1 269 km^2, ou 8 % du territoire. Les estimations de superficie des comptes des terres sont inférieures à celles de Pellerin et Poulin pour toutes les MRC, sauf pour Lévis (figure 15). Pellerin et Poulin ont constaté que la carte des milieux humides potentiels pouvait surestimer la superficie des milieux humides.

Figure 15

Comparaison de la superficie des milieux humides selon Pellerin et Poulin et selon les comptes des terres (~ 2001), région de Chaudière-Appalaches, par MRC



Note : Les MRC sont ordonnées selon la superficie de milieux humides estimée à l'aide des comptes des terres.

Sources : MFFP et MERN (information intégrée par l'Institut de la statistique du Québec), et Pellerin et Poulin (2013).

De plus, la comparaison des polygones de milieux humides de la carte de couverture terrestre de ~ 2006 et de la cartographie détaillée des milieux humides de la MRC de Lotbinière (établie à partir de photos de 2007) suggère que les comptes des terres sous-estiment la superficie des milieux humides. Selon la cartographie détaillée, les milieux humides couvrent une superficie de 318 km^2 dans Lotbinière, contre environ 209 km^2 selon les comptes des terres (tableau 8). La superficie de milieux humides commune aux deux cartes est de 158 km^2, ce qui équivaut à 76 % de la superficie des comptes des terres et à 50 % de celle de la carte détaillée. La sous-estimation, par les comptes des terres, des milieux humides boisés est plus grande que celle des milieux humides herbacés ou arbustifs.

Tableau 8
Comparaison des superficies de milieux humides de la cartographie détaillée des milieux humides de la MRC de Lotbinière (photos de 2007) et des comptes des terres (~ 2006)

	Milieux humides – total		Milieux humides boisés		Milieux humides herbacés ou arbustifs	
	km^2	%	km^2	%	km^2	%
Superficie totale						
Comptes des terres (~ 2006)	209		159		49	
Cartographie détaillée	318		261		58	
Superficie commune aux 2 cartes						
Comptes des terres (~ 2006)	158	76	107	67	36	73
Cartographie détaillée	158	50	107	41	36	63
Superficie unique à chaque carte						
Comptes des terres (~ 2006)	50	24	52	33	13	27
Cartographie détaillée	160	50	153	59	21	37

Note : Ce tableau est inspiré de l'analyse de Pellerin et Poulin (2013 : 17) qui compare les cartes des milieux humides potentiels et les cartes détaillées des milieux humides. La somme des superficies de milieux humides boisés et herbacés ou arbustifs uniques à chaque carte est plus grande que la superficie du total des milieux humides unique à chaque carte, car les cartes divergent davantage en regard de la délimitation de chacune des deux classes de milieux humides qu'en regard de la délimitation des milieux humides en général.

Sources : MDDELCC, MFFP et MERN. Information compilée et intégrée par l'Institut de la statistique du Québec.

Dans l'ensemble, la comparaison des résultats des comptes des terres avec ceux des autres études révèle des tendances semblables. Les divergences entre les résultats portent surtout sur l'amplitude des changements de couverture terrestre. De façon générale, les estimations de changement des comptes des terres semblent surestimer les changements réels que le territoire de Chaudière-Appalaches a subis entre ~ 2001 et ~ 2006. L'analyse présentée a permis de cerner les facteurs d'erreur et d'imprécision propres au cadre méthodologique proposé à la section 2. À partir de cette analyse, il est possible de réviser les sources de données et la méthodologie des comptes des terres afin d'améliorer la qualité des résultats de la prochaine génération de comptes.

6.2 À propos de la méthode de la grille

Les résultats préliminaires présentés à la section 5 ont été obtenus en utilisant une grille. Cette méthode a consisté à établir la couverture terrestre dominante à l'intérieur des cellules de la grille, puis à compiler les changements de couverture dans un territoire donné (section 4.4). Cette

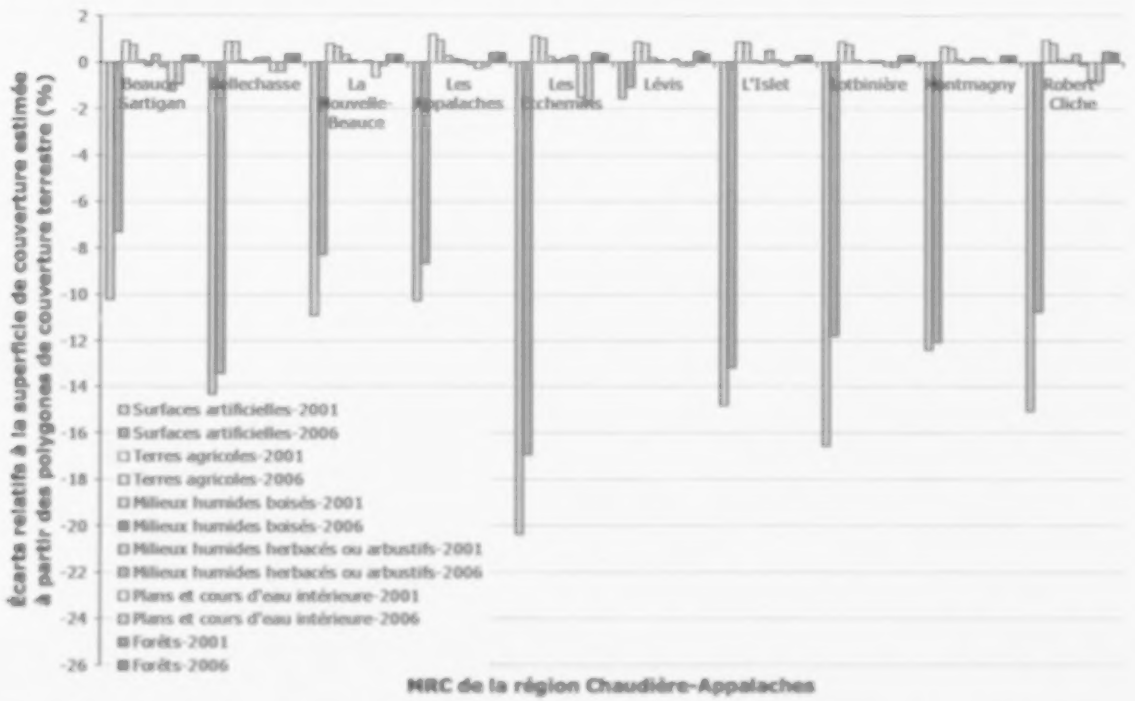
approche a été choisie parce qu'elle simplifie la structure statistique des comptes des terres et la rend plus stable, flexible et utile à divers usages. Cependant, l'utilisation de la grille affecte-t-elle les résultats? Il s'avère que la méthode de la grille biaise l'estimation des changements de couverture terrestre. Ce biais, qui est relatif aux changements estimés directement à partir des polygones de couverture terrestre, peut être quantifié.

6.2.1 Biais d'estimation causé par la méthode de la grille

Les estimations de superficie obtenues à l'aide de la grille diffèrent de celles obtenues à partir des polygones de couverture terrestre. Cet écart est attribuable à l'application de l'algorithme de couverture dominante à l'intérieur des cellules de la grille. Cependant, l'algorithme n'affecte pas les classes de couverture de façon uniforme et les affecte différemment pour ~ 2001 et ~ 2006. Ainsi, l'utilisation de la grille introduit un biais dans l'estimation des changements de couverture terrestre entre ~ 2001 et ~ 2006. L'analyse de l'écart entre les superficies estimées à l'aide de la grille et celles estimées à partir des polygones de couverture terrestre permet d'expliquer ce biais. L'écart relatif en pourcentage par rapport à la superficie de la couverture estimée à partir des polygones permet de mieux en apprécier l'importance. La figure 16 présente l'écart relatif pour chaque classe de couverture terrestre à deux chiffres, par MRC, pour ~ 2001 et ~ 2006.

Figure 16

Écarts relatifs entre les superficies de couverture terrestre estimées à l'aide des polygones de couverture terrestre et à l'aide de la grille (25 m^2), région de Chaudière-Appalaches, par MRC (~ 2001 et ~ 2006), classification à deux chiffres



Sources : MFFP, MERN, Adresses Québec, Financière agricole du Québec et Statistique Canada. Information compilée et intégrée par l'Institut de la statistique du Québec.

Comparaison de l'écart d'estimation entre les classes de couverture terrestre

L'écart entre les superficies estimées à l'aide de la grille et celles estimées à partir des polygones de couverture terrestre varie selon le type de couverture. Ce sont les surfaces artificielles qui, de loin, présentent le plus grand écart relatif, autant ~ 2001 que ~ 2006, et ce, dans les dix MRC (figure 16). La superficie mesurée par la méthode de la grille est toujours plus petite que celle mesurée à partir des polygones de couverture terrestre (écart négatif). La méthode de la grille sous-estime les surfaces artificielles. L'écart relatif le plus grand correspond à la MRC des Etchemins ~ 2001, où il est de - 20 % (écart de 7 km^2 par rapport aux 34 km^2 de surfaces artificielles obtenus à partir des polygones). La méthode de la grille sous-estime aussi la superficie des plans et des cours d'eau intérieure. L'écart pour cette classe est négatif ~ 2001 et ~ 2006 dans les dix MRC. Il atteint - 2 % de la superficie mesurée à partir des polygones dans la MRC des Etchemins ~ 2006.

Contrairement à la superficie des surfaces artificielles et des plans et des cours d'eau intérieure, celle des terres agricoles, des milieux humides boisés, des milieux humides herbacés ou arbustifs et des forêts est le plus souvent surestimée par la méthode de la grille. Les terres agricoles et les forêts dominent le territoire de la plupart des MRC, ce qui tend à réduire l'écart en termes relatifs. Pour ce qui est des terres agricoles, le plus grand écart relatif correspond à la MRC des Appalaches ~ 2001, où il est de 1 % (5 km^2 par rapport aux 379 km^2 de terres agricoles obtenus à partir des polygones de couverture terrestre). Pour ce qui est des forêts, Lévis présente le plus grand écart, de près de 0,5 %, ou moins de 1 km^2 par rapport aux 145 km^2 mesurés à partir des polygones de couverture. Les écarts de mesure entre les deux méthodes sont presque nuls pour les deux classes de milieux humides. Le fait que la grille sous-estime ou surestime systématiquement certaines classes de couverture terrestre cause un biais dans l'estimation des changements de couverture entre ~ 2001 et ~ 2006.

Pourquoi l'écart entre les superficies estimées à l'aide de la grille et celles estimées à partir des polygones varie selon la classe de couverture? Puisque les unités de la grille croisent plus souvent la périphérie des polygones filiformes de la carte de couverture terrestre, comme les routes, les classes dont les polygones ont ce genre de forme dominent moins souvent à l'intérieur de la grille. L'analyse des données confirme l'effet de la forme des polygones sur l'écart entre les superficies estimées à l'aide de la grille et celles estimées à partir des polygones. Le ratio de l'aire d'une couverture par rapport au périmètre de son contour est indicatif de la forme des polygones qui la constituent : le ratio aire/périmètre est petit dans le cas d'une couverture morcelée faite de petits polygones ou de polygones filiformes; il est grand dans le cas de polygones plus compacts et de grande taille. La figure 17 présente l'écart de superficie en fonction du ratio aire/périmètre[89] par classe de couverture terrestre à deux chiffres, par MRC et pour ~ 2001 et ~ 2006. L'écart tend à diminuer avec le ratio aire/périmètre.

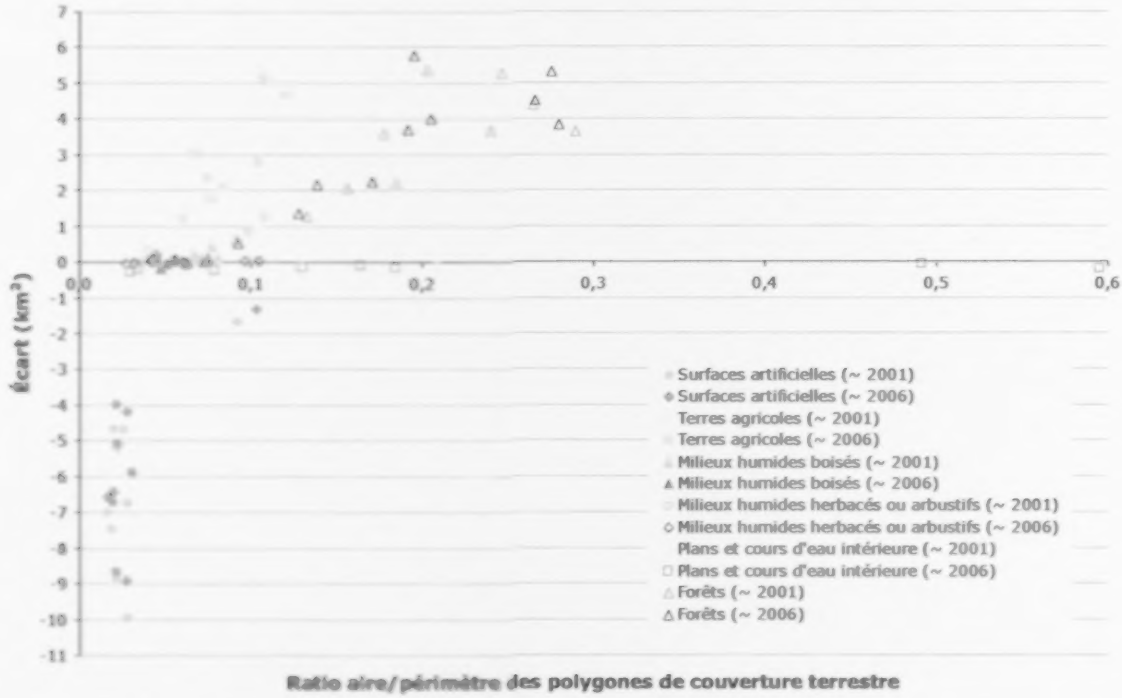
La figure 17 donne une indication des formes variées de polygone selon la classe de couverture terrestre. Les surfaces artificielles de toutes les MRC ont un faible ratio aire/périmètre, attribuable aux routes. Puisque la largeur des polygones de route varie de 9 à 12 m (annexe II), ils risquent de ne pas dominer à l'intérieur des cellules de 25 m^2. Ces polygones filiformes expliquent l'écart (négatif) important entre les superficies estimées à l'aide de la grille et celles

89. Les polygones adjacents d'une même couverture ont d'abord été fusionnés. Le ratio aire/polygone a été calculé à partir du polygone multiple de chaque classe de couverture terrestre par MRC. Autrement dit, il correspond à la somme de l'aire de tous les polygones sur la somme de leur périmètre.

estimées à partir des polygones de surfaces artificielles. À l'autre extrême, les forêts ont un ratio aire/périmètre plus élevé, engendré par leur grande superficie. La superficie de surfaces artificielles qui n'est pas captée par la grille se retrouve comptabilisée dans la superficie des couvertures configurées « en grands massifs », comme les forêts et les terres agricoles.

Figure 17

Relation de l'écart entre les superficies de couverture terrestre estimées à l'aide des polygones de couverture terrestre et à l'aide de la grille (25 m²) et du ratio aire/périmètre des polygones de couverture terrestre, région de Chaudière-Appalaches, par MRC (~ 2001 et ~ 2006), classification à deux chiffres



Note : Pour une classe et une année donnée, chaque point correspond à une MRC.

Sources : MFFP, MERN, Adresses Québec, Financière agricole du Québec et Statistique Canada. Information compilée et intégrée par l'Institut de la statistique du Québec.

Dans le cas des plans et des cours d'eau, le ratio aire/périmètre varie beaucoup, conformément à l'éventail des formes possibles – des rivières aux lacs en passant par la large zone de fleuve qui borde certaines MRC –, mais n'explique pas bien l'écart entre les estimations. La largeur minimale des polygones de rivière, qui proviennent de la carte écoforestière, est de 20 m. Avec cette largeur de polygone, la grille ne biaise pas de façon importante l'estimation de superficie des plans et des cours d'eau. Cette analyse démontre que la superficie des attributs filiformes du paysage, surtout lorsqu'ils sont très étroits et bien que leur superficie totale puisse être notable, est mal rendue par la méthode de la grille[90].

---

90. Par ailleurs, les cartes de couverture terrestre du projet pilote contiennent du « bruit », soit des petits trous et zones de chevauchement et des scories dont les dimensions sont inférieures à l'aire minimale de cartographie (voir la section 2.4). Ce bruit peut fausser les estimations de superficie et peut-être aussi les estimations de changement. La grille atténue le bruit contenu dans les cartes de couverture terrestre.

Comparaison de l'écart d'estimation entre ~ 2001 et ~ 2006

Par ailleurs, l'écart relatif entre les superficies estimées à l'aide de la grille et celles estimées à partir des polygones de couverture terrestre n'est pas le même ~ 2001 et ~ 2006. La différence des écarts entre ~ 2001 et ~ 2006 introduit un biais dans l'estimation des changements de couverture, en plus du biais causé par l'effet variable de la grille selon la classe de couverture. La différence des écarts est visible à la figure 16 (p. 79), particulièrement dans le cas des surfaces artificielles, dont les barres d'histogramme sont systématiquement plus courtes pour ~ 2006 que pour ~ 2001. Cela signifie que la méthode de la grille sous-estime moins les surfaces artificielles à la fin de la période qu'au début.

Pour ce qui est des surfaces artificielles, le fait que leur superficie estimée à l'aide la grille soit moins biaisée vers le bas ~ 2006 que ~ 2001 a pour effet de *surestimer* leur changement net par rapport au changement estimé à partir des polygones de couverture (surestimation de 5 km^2 pour l'ensemble de la région; tableau 9). Pour ce qui est des terres agricoles, la surestimation des superficies mesurées à l'aide de la grille est plus petite ~ 2006 que ~ 2001 pour toutes les MRC, bien que dans quelques cas la différence soit minime. L'utilisation de la grille a pour effet d'augmenter de 6 km^2 la diminution nette des terres agricoles pour l'ensemble de la région. De même, l'écart d'estimation est systématiquement plus petit ~ 2006 que ~ 2001 dans le cas des milieux humides boisés. La diminution nette des milieux humides boisés s'en trouve augmentée de 1 km^2. Pour les forêts, l'écart est légèrement plus grand ~ 2006 que ~ 2001 pour toutes les MRC, sauf pour Lévis. Cette différence d'écart entraîne une légère surestimation du changement net des forêts par rapport au changement estimé à partir des polygones.

Les milieux humides herbacés ou arbustifs et les plans et les cours d'eau intérieure ne montrent pas de différence systématique d'écarts entre ~ 2006 et ~ 2001. Pour les premiers, la grille amène un moins grand changement de la superficie par rapport à la méthode des polygones (changement net de 2 km^2 contre 3 km^2 pour l'ensemble de la région). Pour les plans et les cours d'eau intérieure, le changement net estimé à l'aide de la grille est de 3 km^2, contre l'estimation de 2 km^2 obtenue à partir des polygones. L'estimation de changement net est faible pour ces deux classes de couverture terrestre, quelle que soit la méthode utilisée.

Comment s'explique la différence systématique des écarts entre ~ 2006 et ~ 2001 pour certaines classes de couverture terrestre? Pour que l'utilisation de la grille cause un biais différent entre ~ 2006 et ~ 2001, il a fallu que la forme des polygones évolue au cours de la période. En ce qui a trait aux surfaces artificielles, à tout le moins, l'augmentation de leur superficie entre ~ 2001 et ~ 2006 est attribuable, entre autres, à l'apparition ~ 2006 de quelques grands polygones de zones habitées. L'analyse des données montre que, pour un ratio aire/périmètre similaire, l'aire médiane des polygones de surfaces artificielles tend à être plus grande ~ 2006. Le plus grand nombre de grands polygones ~ 2006 atténuerait l'effet de sous-estimation des surfaces artificielles causé par l'application de la grille aux polygones de routes.

Les changements de couverture terrestre ont aussi été mesurés à l'aide d'une grille à 100 m^2. Par comparaison avec la grille à 25 m^2, l'utilisation de la grille à 100 m^2 résulte le plus souvent en des écarts d'estimation plus importants par rapport à la méthode des polygones (tableau 9). Par exemple, l'augmentation nette des milieux humides herbacés ou arbustifs devient une diminution avec la grille à 100 m^2, ce qui donne un écart de plus de 200 % par rapport à l'estimation issue des polygones. En ce qui a trait aux surfaces artificielles, la grille à 100 m^2 amène une sous-estimation (plutôt qu'une surestimation) de leur changement net par rapport à

l'estimation issue des polygones. La grille à 100 m^2 exclut la plus grande part de la superficie qui correspond aux routes, ce qui explique les distorsions dans la mesure des changements.

Tableau 9

Comparaison des mesures de changement estimées à l'aide de la méthode des polygones de couverture terrestre et à l'aide de la méthode de la grille (à 25 m^2 et à 100 m^2), région de Chaudière-Appalaches (~ 2001 – ~ 2006), classification à deux chiffres

Classe de couverture terrestre	Changement net selon la méthode		
	Polygones	Grille à 25 m^2	Grille à 100 m^2
	km^2	km^2	km^2
Surfaces artificielles	73	78	64
Terres agricoles	-250	-256	-255
Milieux humides boisés	-54	-55	-63
Milieux humides herbacés ou arbustifs	3	2	-3
Plans et cours d'eau intérieure	2	3	4
Forêts	227	228	253

6.2.2 Avantages de la méthode de la grille

Le biais dans l'estimation des changements de couverture causé par la méthode de la grille, qui est décrit à la section précédente, représente un inconvénient de cette méthode. Par contre, elle présente aussi plusieurs avantages. D'abord, elle remplace l'opération d'agrégation graphique des deux cartes de couverture terrestre qui sert à produire une carte des changements de couverture terrestre par une opération simple de concaténation des codes à partir des tableaux de données dans le logiciel SAS (section 4.5). Par le fait même, le suivi des changements de couverture terrestre sur plus d'une période de temps s'en trouve facilité. Au contraire des polygones de couverture terrestre, les cellules de la grille procurent des unités spatiales élémentaires qui préservent leurs références géographiques dans le temps. La considération d'une autre période se traduit alors simplement par l'addition de colonnes dans le tableau de données.

De surcroît, la grille sous-tend une structure statistique simple et stable dont le contenu peut être enrichi par des données relatives aux caractéristiques du territoire ou de sa population. Enfin, les données compilées selon les cellules d'une grille peuvent être plus facilement combinées pour générer des résultats selon différentes divisions du territoire. Pourvu que les cellules de la grille aient été préalablement classées selon un découpage donné du territoire (par exemple, selon le découpage administratif ou les limites de la zone agricole), le calcul des superficies de changement correspondantes s'effectue directement à partir du tableau de données. Ces avantages justifient le choix de la méthode basée sur la grille, bien que le report de l'information des cartes de couverture terrestre dans la grille évacue une part de la superficie des routes. La section 7 propose des recommandations pour l'améliorer.

7 Étapes de travail subséquentes, améliorations méthodologiques et extensions

Sur la base de l'expérience acquise dans la réalisation du projet pilote, le travail à venir consiste à créer des comptes des terres pour l'ensemble du Québec méridional. La période de référence de la prochaine version des comptes des terres sera revue afin de mieux refléter la distribution dans le temps des données disponibles (figure 2). La marge d'erreur des nouvelles mesures de changement de la couverture terrestre pourra être estimée à l'aide de deux sources de données indépendantes : les cartes de couverture terrestre d'Agriculture et Agroalimentaire Canada pour l'écoumène agricole du Canada, ~ 2000 et 2011, élaborées à partir d'images satellites[91], et les cartes, qui proviennent aussi d'images satellites, issues de l'étude de démonstration du Groupe de travail sur des comptes d'écosystèmes pour le Québec du Centre de la science de la biodiversité du Québec[92] appuyée par l'Agence spatiale européenne.

Le cadre méthodologique des comptes des terres sera revu et amélioré, et sera implanté à l'aide de ArcGIS. Les pistes d'amélioration suivantes peuvent déjà être énoncées.

- Les polygones de zones habitées de Statistique Canada ne seront probablement plus utilisés. L'abandon de ces données réduira les conflits entre les données et annulera la plus grande partie de l'erreur qui peut résulter des règles de prédominance (section 6.2.1). Le contour des milieux perturbés par l'activité humaine des cartes écoforestières servirait seul à délimiter les surfaces artificielles.
- Une grille avec des cellules de 50 m^2 pourrait remplacer la grille à 25 m^2. L'unité élémentaire du nouveau système de grilles serait de 5 m^2 pour permettre l'insertion éventuelle de données plus fines.
- La topologie des cartes de couverture terrestre sera améliorée, c'est-à-dire que les petites zones de chevauchement et les petits trous seront éliminés. Les scories, plus petites que l'aire minimale de cartographie, seront fusionnées aux polygones adjacents.
- Il faudra également réfléchir à la façon de tenir compte des attributs linéaires de la couverture terrestre, comme les routes. La surface des routes extrapolée à partir des segments de route devrait-elle être élargie?

Diverses extensions pourront être envisagées une fois que les comptes des terres du Québec méridional auront été complétés (la section 1.4 en fait une recension). Tout d'abord, un compte physique de couverture terrestre et une matrice de changements de la couverture terrestre pourront être construits pour différents découpages du territoire, par exemple pour la zone agricole. Ensuite, une nouvelle couche de comptes des terres devrait pouvoir être élaborée pour décrire les superficies de terre selon le secteur institutionnel qui en est propriétaire (administrations publiques, ménages, entreprises) (United nations et autres, 2014 : § 5.241). Cela permettrait d'associer les changements de couverture terrestre à ces différents secteurs. Enfin, les unités spatiales des comptes des terres pourront servir de base à la création de comptes des écosystèmes pour le Québec.

---

91. AGROALIMENTAIRE ET AGRICULTURE CANADA, *Couverture des terres agricoles pour les régions agricoles, Canada, circa 2000*, et AAC, *Cartographie des types de culture au Canada, 2011*.
92. CENTRE DE LA SCIENCE DE LA BIODIVERSITÉ DU QUÉBEC, *Groupe de travail 14, Comptes d'écosystèmes pour le Québec : Évaluer la biodiversité et les services écosystémiques*, [En ligne]. [http://qcbs.ca/fr/recherche/groupes-de-travail/groupe-de-travail-14/] (Consulté le 3 juillet 2014).

Conclusion

L'Institut de la statistique du Québec commençait en 2012 la réalisation d'un projet pilote de comptes des terres (~ 2001 – ~ 2006) pour la région de Chaudière-Appalaches dans le but d'en appliquer la méthodologie par la suite à tout le sud du Québec. En tant que composante des comptes de l'environnement (SCEE), les comptes des terres se situent dans l'univers de la comptabilité nationale. Les comptes des terres du Québec méridional sont basés sur les cartes de l'inventaire écoforestier du Québec et sur d'autres jeux de données produits par divers ministères et organismes. La méthodologie qui a été développée s'appuie sur la constitution de deux cartes cohérentes de couverture terrestre à partir de ces différents jeux de données pour le début et la fin de la période de référence. L'information des cartes est ensuite reportée dans une grille à carrés de 25 m^2 avant d'être compilée pour produire les tableaux de résultats.

Le compte physique de couverture terrestre révèle, entre autres changements, que les surfaces artificielles ont augmenté globalement d'environ 78 km^2 entre ~ 2001 et ~ 2006 dans l'ensemble de la région de Chaudière-Appalaches. La matrice de changements de la couverture terrestre indique que ce changement net s'est produit principalement au détriment des terres agricoles (perte nette d'environ 45 km^2), des forêts mixtes à couvert fermé (18 km^2) et des forêts de conifères à couvert fermé (9 km^2). L'analyse des résultats a montré que les estimations de changement net du projet pilote pourraient être imprécises et surestimer les changements réels. De plus, il apparaît que l'utilisation de la grille introduit un biais dans les estimations de changement. Ainsi, bien qu'ils soient indicatifs des tendances de changement réelles, les résultats sont préliminaires et ne permettent pas de fonder une évaluation formelle des changements de couverture terrestre dans la région.

Le projet pilote a permis de démontrer qu'il était faisable de créer des comptes des terres pour le Québec méridional à partir de données existantes et de comprendre les sources possibles d'erreur et d'imprécision. La valeur ajoutée du projet a été d'appliquer une méthodologie de création de comptes des terres à partir d'une intégration de jeux de données géographiques existants et de mettre de l'avant et de valider l'applicabilité d'une infrastructure statistique pour les comptes des terres du Québec méridional conforme aux standards internationaux. La classification de couverture terrestre proposée pour le Québec concorde avec celle du SCEE et le système de grilles est compatible avec le concept de l'unité spatiale de base des Comptes expérimentaux des écosystèmes du SCEE (European Commission et autres, 2013 : 28).

Des pistes d'amélioration du cadre méthodologique ont été énoncées à la section 7. La prochaine étape de travail sera de procéder à une révision systématique de ce cadre, bien que les grandes lignes de la méthodologie resteront les mêmes. Puisque l'objet central des comptes des terres est la mesure des changements de couverture terrestre, la méthodologie révisée devra essentiellement servir à obtenir des estimations de meilleure qualité. Le but est d'en arriver à des estimations fiables des augmentations et des diminutions par classe de couverture terrestre et par MRC. Par ailleurs, il importe à ce stade-ci de tenir compte des nouvelles pratiques fournies par les expériences menées entre temps ailleurs sur la planète. Le cadre révisé des comptes des terres pour le Québec méridional permettra de pousser plus loin le développement de leur contenu et leur donnera leur plein potentiel d'application en appui à la prise de décisions, à l'analyse des politiques et à une meilleure compréhension des enjeux qui lient l'environnement et l'économie.

Annexe I – Comparaison du Système de comptabilité nationale (SCN), du Cadre central du Système de comptabilité économique et environnementale (SCEE) et des Comptes expérimentaux des écosystèmes du SCEE

Le tableau 10, ci-contre, met côte à côte le Système de comptabilité nationale (SCN), le Cadre central du SCEE et les Comptes expérimentaux des écosystèmes du SCEE en regard de propriétés des cadres statistiques. Pour ce qui est des comptes des écosystèmes, la Commission de statistique de l'ONU en préconise « l'application par les organismes internationaux et régionaux ainsi que par les autorités nationales désirant se lancer dans cette nouvelle branche de la statistique[93] ». Le SCN mesure l'activité économique et les actifs économiques, soit ceux qui ont une valeur marchande (incluant un sous-ensemble des actifs environnementaux). Le Cadre central du SCEE mesure tous les actifs environnementaux, économiques ou non, ainsi que les services écologiques d'approvisionnement et les flux de résidus. Alors que le Cadre central mesure les actifs environnementaux pris individuellement, les comptes des écosystèmes les considèrent sous une perspective systémique – ce qui en fait des actifs écologiques. Les comptes des écosystèmes mesurent aussi les services de régulation et culturels.

En ce qui a trait aux *unités de mesure*, le SCN n'utilise que les unités monétaires, alors que les deux parties du SCEE admettent les unités physiques en plus des unités monétaires. Les *unités statistiques* du SCN et du cadre central du SCEE sont les unités institutionnelles. Dans le cas des comptes des écosystèmes, l'unité statistique est une unité spatiale. Autrement dit, le sujet n'est plus le ménage, le gouvernement ou l'entreprise, mais plutôt l'écosystème, en tant que portion d'espace. Enfin, le SCN permet d'obtenir des mesures économiques relatives, notamment, à la production et à la consommation (par exemple, le produit intérieur brut, ou PIB); le Cadre central du SCEE sert à mesurer, par exemple, la richesse en actifs environnementaux, l'épuisement de ces actifs et des indicateurs d'éco-efficience; enfin, les comptes des écosystèmes peuvent fournir des mesures agrégées des services écologiques ou des actifs écologiques, une mesure de dégradation des écosystèmes ou des mesures économiques ajustées.

---

93. COMMISSION DE STATISTIQUE DES NATIONS UNIES, *Rapport sur les travaux de la quarante-quatrième session (26 février-1er mars 2013)*, Conseil économique et social, Documents officiels, 2013, Supplément nº 4, E/2013/24, E/CN.3/2013/33, [En ligne.] [http://unstats.un.org/unsd/statcom/doc13/2013-Report-F.pdf] (Consulté le 22 avril 2014), p. 11.

Tableau 10

Comparaison du Système de comptabilité nationale (SCN) et des deux parties du Système de comptabilité économique et environnementale (SCEE)

	SCN	Cadre central du SCEE	Comptes expérimentaux des écosystèmes du SCEE
Reconnaissance par la Commission de statistique de l'ONU	Standard statistique	Standard statistique (2012)	« Première étape d'importance dans la constitution d'un cadre statistique aux fins de la comptabilité des écosystèmes » (2013)
Domaine de mesure	Actifs économiques et activité économique (incluant sous-ensemble des actifs environnementaux)	Actifs environnementaux (économiques et non économiques), services d'approvisionnement et flux de résidus	Actifs écologiques, services d'approvisionnement, de régulation et culturels
Perspective de l'environnement	--	Actifs environ. individuels	Actifs environ. sous une perspective systémique
Unités de mesure	Monétaires	Physiques et monétaires	Physiques et monétaires
Unités statistiques	Unités institutionnelles (macro)	Unités institutionnelles (macro)	Unités spatiales (macro et micro)
Mesures agrégées	Mesures économiques de production, de consommation, etc. (ex.: PIB)	Richesse en actifs environnementaux, épuisement des actifs, indicateurs d'éco-efficience, etc.	Mesures agrégées des services écologiques ou des actifs écologiques, dégradation des écosystèmes, mesures économiques ajustées

Annexe II – Concordance entre les classes de route d'Adresses Québec, les classes fonctionnelles du ministère des Transports du Québec (MTQ) et les profils en travers

Classes de route d'Adresses Québec[94]	Définition	Classe fonctionnelle du MTQ[95]	Définition	Profils en travers[96]	Description	Largeur du profil	Largeur attribuée
Autoroute	Les autoroutes sont définies comme des voies de circulation rapide à accès limité ne comportant, sauf exception, aucun croisement à niveau.	Autoroutes	Même définition que celle d'Adresses Québec.	Autoroute	En milieu rural, destinée à supporter un fort trafic de transit sur de grandes distances. En milieu urbain, supporte un fort trafic local et de transit.	Chacune des deux chaussées, de deux voies chacune : 11,7 m (excluant le terre-plein)	**12 m**
Nationale	Les routes nationales comprennent les grands axes interrégionaux et extraprovinciaux, les liaisons entre les agglomérations urbaines principales (généralement de 25 000 habitants et plus), les corridors touristiques majeurs de même que les accès aux aéroports, ports et traverses maritimes d'importance internationale ou nationale.	Routes nationales	Même définition que celle d'Adresses Québec.	Route nationale	En milieu rural, supporte un fort trafic de transit sur de longues distances. En milieu urbain, supporte un certain pourcentage de trafic local et de transit.	Milieu rural, deux voies de largeur moyenne : 12 m Milieu urbain, deux voies : 8 m	**12 m***
Régionale	Comprennent les liaisons entre les agglomérations urbaines secondaires (généralement de 5 000 à 25 000 habitants) de même qu'entre celles-ci et les agglomérations urbaines principales, les liaisons des centres ruraux (moins de 5 000 habitants) à caractère industriel, les accès aux stations touristiques majeures de même qu'aux aéroports, ports et traverses maritimes d'importance régionale. Les routes servant de seconde liaison entre deux agglomérations urbaines principales peuvent également faire partie de cette classe.	Routes régionales	Même définition que celle d'Adresses Québec.	Route régionale	En milieu rural, supporte généralement un trafic de transit sur des distances moyennes. En milieu urbain, supporte le trafic local et de transit.	Milieu rural, deux voies de largeur moyenne : 10,5 m Milieu urbain, deux voies : 8 m	**11 m***

94. MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (2013b).
95. MTQ, *Les classes de routes au Québec*, [En ligne]. [http://www.mtq.gouv.qc.ca/portal/page/portal/grand_public/vehicules_promenade/reseau_routier/routes/classes_routes_quebec] (Consulté le 6 mars 2013).
96. MINISTÈRE DES TRANSPORTS (2011).

Collectrice	Collectrice municipale : Comprend les liens entre les centres ruraux (petites agglomérations de moins de 5 000 habitants), ainsi qu'entre des concentrations de population et le centre rural le plus proche. [*Elle sert habituellement à la circulation de transit, à la desserte des propriétés adjacentes ou*] à l'accès à des équipements locaux importants (parcs industriels, aéroports locaux, [*CLSC*], etc.). [*En milieu urbain, les circuits d'autobus les empruntent généralement. Les intersections sont gérées par des feux de circulation ou des arrêts*].	Routes locales de niveau 1	Permettent de relier entre eux les centres ruraux (moins de 5 000 habitants) et de relier les autres concentrations de population d'une municipalité à son centre rural. En milieu rural, elles donnent également accès aux parcs industriels, [*aux industries lourdes, aux sites d'enfouissement sanitaire supramunicipaux, aux principaux centres de ski locaux ainsi qu'aux traverses*] et aéroports locaux. [*Enfin, elles peuvent servir de seconde liaison entre les centres ruraux et les agglomérations urbaines*].	Route collectrice et locale	En milieu rural, destinée à recevoir un trafic irrégulier et généralement faible sur de courtes distances. En milieu urbain, supporte généralement un trafic restreint, sur de courtes distances.	Milieu rural, deux voies de largeur moyenne : 9,2 m Milieu urbain, largeur minimale du profil : 9 m	**9 m***
	Collectrice de transit : Comprend les liaisons des centres ruraux (moins de 5 000 habitants) aux agglomérations urbaines et aux dessertes maritimes ou aériennes en région éloignée, de même que les principaux accès aux parcs gouvernementaux et aux stations touristiques d'importance régionale. Les routes servant de seconde liaison entre deux agglomérations urbaines secondaires peuvent également faire partie de cette classe.	Routes collectrices	Même définition que celle d'Adresses Québec.				
Accès ressources	Ont pour vocation exclusive de conduire à des zones d'exploitation forestière ou minière, à des installations hydroélectriques ou d'autres services publics, à des zones de récréation et de conservation de compétence provinciale ou fédérale ou encore à des carrières exploitées par le ministère des Transports.	Chemins d'accès aux ressources	Même définition que celle d'Adresses Québec.	Route collectrice et locale, milieu rural	En milieu rural, destinée à recevoir un trafic irrégulier et généralement faible [*sur de courtes distances*].	Milieu rural, deux voies de largeur moyenne : 9,2 m	**9 m**
Accès localités isolées	Sont des chemins du domaine de l'État incluant les chemins forestiers et de mines, ou de propriété amérindienne qui donnent accès à des zones d'exploitation forestière ou minière, à des installations hydroélectriques ou encore à des localités isolées, principalement des communautés autochtones.	Chemins d'accès aux ressources et aux localités isolées	Même définition que celle d'Adresses Québec.	Route collectrice et locale, milieu rural	En milieu rural, destinée à recevoir un trafic irrégulier et généralement faible [*sur de courtes distances*].	Milieu rural, deux voies de largeur moyenne : 9,2 m	**9 m**

Locale	Dont la fonction principale est de desservir les zones résidentielles et de donner accès aux propriétés. La classe des routes locales est divisée en différents niveaux, sur la base de critères tels que la situation géographique (milieu rural ou milieu urbain), le rôle de liaison entre différentes localités, etc. [*En principe, les routes locales sont reliées aux routes collectrices ou aux artères. Les intersections sont gérées par des arrêts*].	Routes locales de niveau 2	Donnent accès à la propriété [*rurale habitée en permanence (résidences, exploitations agricoles, industries, centres touristiques ou récréatifs, ports locaux, équipements municipaux, ou encore services de santé et d'éducation)*].	Route collectrice et locale	En milieu rural, destinée à recevoir un trafic irrégulier et généralement faible sur de courtes distances. En milieu urbain, supporte généralement un trafic restreint, sur de courtes distances.	Milieu rural, deux voies de largeur moyenne : 9,2 m Milieu urbain, largeur minimale du profil : 9 m	**9 m***
		Routes locales de niveau 3	Donnent accès à la propriété [*rurale non habitée ou habitée uniquement en été (zones de villégiature)*]. Aux fins de la classification fonctionnelle, les rues donnant accès à la propriété urbaine habitée font également partie de cette classe.				
Artères	Sont des voies permettant la circulation de transit sur une longue distance [*ou la desserte de propriétés adjacentes*]. [*Elles comprennent des routes dont la chaussée comporte souvent quatre voies, les intersections sont souvent gérées par des feux de circulation, les circuits principaux d'autobus y circulent et*] sont des liens entre différents quartiers d'une agglomération.	Routes nationales	Comprennent les grands axes interrégionaux [*et extraprovinciaux*], les liaisons entre les agglomérations urbaines principales (généralement de 25 000 habitants et plus), [*les corridors touristiques majeurs de même que les accès aux aéroports, ports et traverses maritimes d'importance internationale ou nationale*].	Route nationale, en milieu urbain	Supporte un certain pourcentage de trafic local et de transit.	Milieu urbain, quatre voies : 15 m	**15 m**
Rue piétonne	Segment routier, habituellement fermé à la circulation automobile, qui permet au minimum la circulation piétonne et possiblement celle des vélos et des véhicules d'urgence.	Catégorie de rue du fichier du réseau routier du Recensement de 2011, Statistique Canada : Ruelle/Voie/Voie de service[97].				8 m[98]	**8 m**
Non défini						Médiane des largeurs attribuées	**9 m**

Note : Les valeurs marquées d'un « * » signifient que la largeur de route est celle qui correspond au profil en travers en milieu rural, puisque de nombreuses routes en milieu urbain sont recouvertes par les polygones des zones habitées. Le texte en italique et entre crochets représente les disparités entre les définitions.

97. STATISTIQUE CANADA (2011), p. 15.
98. Largeur de route attribuée par Statistique Canada dans le cadre du projet « Mesure des biens et services écosystémiques au Canada » (MBSE) (Statistique Canada, communication personnelle).

Annexe III Méthodologie de création d'un historique du réseau routier

La méthodologie élaborée pour construire un historique du réseau routier utilise les fichiers du réseau routier du Recensement canadien pour 2001, 2006 et 2011 pour retrancher les routes apparues entre 2006 et 2011, puis entre 2001 et 2006, de la couche du réseau routier d'Adresses Québec de juin 2011. Or, les fichiers du réseau routier présentent des divergences entre les années de recensement qui ne représentent pas des changements réels, car la géographie des routes a pu être révisée (Statistique Canada, 2011). Par exemple, il arrive que des routes représentées en 2006 aient « disparu » en 2011. Ainsi, pour apparier les vecteurs des trois fichiers du recensement censés représenter le même segment de route, il a été nécessaire de créer des zones tampons autour des lignes de route.

Tout d'abord, des zones tampons de 40 m ont été créées autour des routes du Recensement de 2006. Les segments de route du Recensement de 2011 qui se situaient à l'intérieur des zones tampons de 2006 étaient ceux qui existaient déjà en 2006. Ces segments ont été supprimés, ce qui a donné la couche des routes apparues entre 2006 et 2011. La largeur de 40 m a été choisie à la suite d'une analyse de sensibilité en fonction de la distance qui séparait dans certains cas les vecteurs de route de deux fichiers du Recensement censés représenter la même route. La zone tampon devait être assez étroite pour ne pas créer trop de fausses associations entre les routes de deux années. Cependant, elle devait être assez large pour couvrir la plupart des fausses divergences. Plus la zone tampon était large, moins on considérait que de routes avaient été créées entre 2006 et 2011[99]. De la même façon, une couche des routes apparues entre 2001 et 2006 a été produite.

Ensuite, des zones tampons – aussi de 40 m – ont été créées autour des routes apparues entre 2006 et 2011 et entre 2001 et 2006. Les routes de la couche d'Adresses Québec dont une partie se situait à l'intérieur des zones tampons des routes apparues entre 2006 et 2011 ont été retranchées pour donner la couche des routes pour 2006. Ici encore, la largeur de 40 m a été choisie à la suite d'une analyse de sensibilité. En utilisant une zone tampon de 40 m, il est arrivé que des routes soient retranchées de la couche d'Adresses Québec qui n'auraient pas dû l'être. Par contre, puisqu'à l'inverse, des routes qui auraient dû être retranchées ne l'ont pas été, la quantité retranchée globalement devrait correspondre à l'ordre de grandeur du changement dans le réseau routier entre 2006 et 2011. De la même façon, les routes de la nouvelle couche pour 2006 dont une partie se situait à l'intérieur des zones tampons des routes apparues entre 2001 et 2006 ont été retranchées pour donner la couche des routes pour 2001.

---

99. À noter que la couche des routes apparues entre deux années ne pouvait pas être créée à partir des identifiants de route, car quelques uns ont changé entre 2001, 2006 et 2011.

Bibliographie

BREHAIN, S. (2011). *L'approche par capitaux pour mesurer le développement durable : où en est la réflexion?*, Info développement durable, novembre 2011, n° 1, [En ligne]. [http://www.stat.gouv.qc.ca/publications/develop_durable/pdf/bulletin_info_dd_no1.pdf] (Consulté le 18 juin 2013).

CAMBON, P., et S. LADOUCEUR (2013). *Bulletin statistique régional, Édition 2013, Chaudière-Appalaches*, Institut de la statistique du Québec, 35 p., [En ligne]. [http://www.stat.gouv.qc.ca/statistiques/profils/bulletins/12-Chaudiere-Appalaches.pdf] (Consulté le 8 mai 2014).

DANSEREAU, P. (1985). *Essai de classification et de cartographie écologique des espaces*, Études écologiques, publié sous la direction de Miroslav M. Grandtner.

DI GREGORIO, A., et U. LEONARDI (2010). *LCCS3 Tutorial*, Global Land Cover Network et Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, 78 p.

EUROPEAN COMMISSION, ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT, UNITED NATIONS et WORLD BANK (2013). *System of Environmental-Economic Accounting 2012 – Experimental Ecosystem Accounting*, White cover publication, pre-edited text subject to official editing, 183 p. [En ligne]. [http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/eea_White_cover.pdf].

EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY (2006). *Land accounts for Europe 1990-2000, Towards integrated land and ecosystem accounting*, EEA Report, n° 11/2006, 107 p.

FINANCIÈRE AGRICOLE DU QUÉBEC (2006). *Guide technique, Base de données des cultures généralisées (BDCG), Surfaces agricoles généralisées par culture déclarée*, 4 p.

INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC (2006). *Le cadre intégré de la gestion de la qualité de l'Institut de la statistique du Québec*, janvier, 20 p., [En ligne]. [http://intranet.stat/docs-hmh/organisation/doc_admin/CadreGestion_qual.pdf] (Consulté le 1er mars 2013).

JOBIN, B., LATENDRESSE, C., MAISONNEUVE, C., SEBBANE, A. et M. GRENIER (2007). *Changements de l'occupation du sol dans le sud du Québec pour la période 1993-2001*. Série de rapports techniques n° 483, Environnement Canada, Service canadien de la faune, région du Québec, Sainte-Foy, Québec. 112 p. et annexes.

LI, T., BEAUCHESNE, P. et M.-J. OSMANN (2003). *Portrait du déboisement pour les périodes 1990-1999 et 1999-2002 pour les régions administratives de la Chaudière-Appalaches, du Centre-du-Québec, de la Montérégie et de Lanaudière (Rapport synthèse)*, Ministère de l'Environnement du Québec, Direction du patrimoine écologique et du développement durable et Direction des politiques du secteur municipal, mai, 32 p. [En ligne]. [www.bape.gouv.qc.ca/sections/mandats/prod-porcine/documents/BIO154.pdf] (Consulté le 21 février 2014).

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (2013a). *Norme de stratification écoforestière, Quatrième inventaire écoforestier du Québec méridional*, octobre 2008, réédition – mai 2013, 101 p. [En ligne]. [http://www.mffp.gouv.qc.ca/forets/Inventaire/pdf/norme-stratification-2013.pdf] (Consulté le 24 avril 2014).

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (2013b). *Adresses Québec, Guide de l'utilisateur*, Version 2.21, mise à jour le 26 novembre 2013, 43 p. [En ligne]. [http://adressesquebec.gouv.qc.ca/pdf/guide_utilisateurs.pdf] (Consulté le 24 avril 2014).

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES (2012). *Système sur les découpages administratifs à l'échelle 1/20 000, (SDA 20k), Structure physique des données*, version 1.0, novembre 1998, édition du 14 décembre 2012, 14 p. [En ligne]. [http://geoboutique.mrn.gouv.qc.ca/PDF_ZIP/Structure_CADM-20K.pdf] (Consulté le 9 mai 2014).

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE (2012). *Norme de cartographie, Quatrième inventaire écoforestier*, Version provisoire, Direction des inventaires forestiers, février, 134 p.

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE (2009). *Normes de cartographie écoforestière, Troisième inventaire écoforestier*, Forêt Québec, Direction des inventaires forestiers, révisé en janvier 2009, 95 p. [En ligne]. [http://www.mern.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/norme-cartographie-ecoforestiere.pdf] (Consulté le 4 juin 2014).

MINISTÈRE DES TRANSPORTS (2011). « Profils en travers », dans : *Conception routière*, Tome 1, chapitre 5, 9 p.

ORGANISATION DE COOPÉRATION ET DE DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUES (2012). *Perspectives de l'environnement de l'OCDE à l'horizon 2050 : Les conséquences de l'inaction, Synthèses*, 10 p., [En ligne]. [http://www.oecd.org/fr/env/indicateurs-modelisation-perspectives/49884240.pdf] (Consulté le 27 mai 2014).

PELLERIN, S., et M. POULIN (2013). *Analyse de la situation des milieux humides au Québec et recommandations à des fins de conservation et de gestion durable*. Rapport final, préparé pour le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, 18 avril, 97 p., [En ligne]. [http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/rives/Analyse-situation-milieux-humides-recommandations.pdf] (Consulté le 31 janvier 2014).

RESSOURCES NATURELLES CANADA (2009). *Couverture du sol, circa 2000-vectorielle, Catalogue d'entités*, Édition 1.0, GéoBase, [En ligne]. [http://www.geobase.ca/doc/specs/pdf/GeoBase_CSC2000V_catalogue_entites_fr.pdf] (Consulté le 23 août 2012).

STATISTIQUE CANADA (2013). *L'activité humaine et l'environnement, Mesure des biens et services écosystémiques au Canada*, produit n° 16-201-X au catalogue de Statistique Canada, décembre, 127 p.

STATISTIQUE CANADA (2011). *Fichier du réseau routier, guide de référence, Recensement 2011*, produit n° 92-500-G au catalogue de Statistique Canada, novembre, 34 p.

STATISTIQUE CANADA (2010). *Présentation d'un nouveau concept et d'une nouvelle méthodologie de délimitation des zones habitées : un projet de recherche sur les zones habitées au Canada*, produit n° 16-001-M au catalogue de Statistique Canada, n° 11, Division des comptes et de la statistique de l'environnement, février, 30 p.

UHDE, S., G. MARCHAND, S. BREHAIN et R. BARBEAU (2010). *Les comptes de l'environnement et l'approche par capitaux pour appuyer la mesure du développement durable*, Institut de la statistique du Québec, 52 p., [En ligne]. [http://www.stat.gouv.qc.ca/publications/develop_durable/comptes_enviro.htm].

UNITED NATIONS, EUROPEAN UNION, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, INTERNATIONAL MONETARY FUND, ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT et THE WORLD BANK (2014). *System of Environmental-Economic Accounting 2012 – Central Framework*, 346 p., [En ligne]. [http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaRev/SEEA_CF_Final_en.pdf].

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (2012a). *Global Environment Outlook 5 (GEO5)*, « Summary for Policy Makers », 18 p. [En ligne]. [http://www.unep.org/geo/pdfs/GEO5_SPM_English.pdf] (Consulté le 27 mai 2014).

Id. (2012b). *Global Environment Outlook 5 (GEO5)*, « Summary for North America », 6 p. [En ligne]. [http://www.unep.org/geo/pdfs/geo5/RS_NorthAmerica_en.pdf] (Consulté le 27 mai 2014).

VALERIA, O., A. LAAMRANI et A. BEAUDOIN (2012). « Monitoring the state of a large boreal forest region in eastern Canada through the use of multitemporal classified satellite imagery », *Canadian journal of remote sensing*, vol. 38, n° 1, p. 91-108.

WULDER, M., et T. NELSON (2003). *EOSD land cover classification legend report*, 80 p., [En ligne]. [http://www.geobase.ca/doc/specs/pdf/EOSD_legend_report-v2.pdf] (Consulté le 10 juillet 2012).

Des statistiques sur le Québec d'hier et d'aujourd'hui
pour le Québec de demain

Institut
de la statistique
Québec